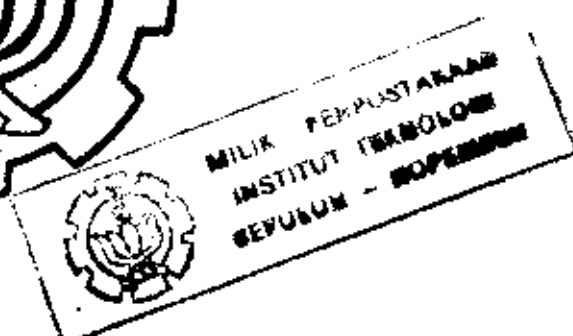
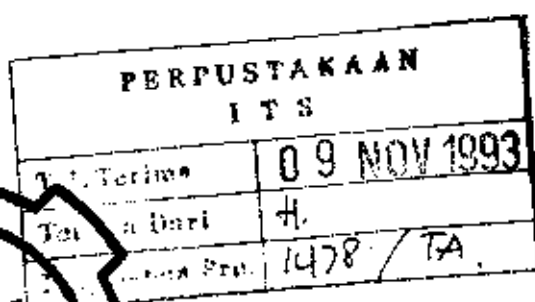


5959/ITS/14/93

TUGAS AKHIR

STUDI EVALUASI SISTEM PENGOLAHAN LIMBAH ELEKTROPLATING (Cr DAN CN) DI LIPI BANDUNG



255
628.3
Kar
S-1
1993

Disusun oleh :

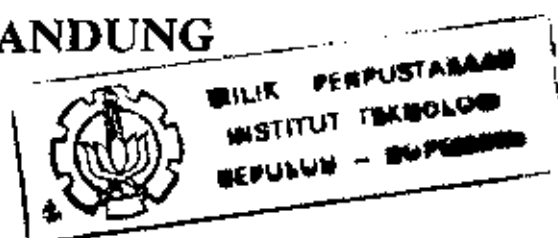
ISTIANA WINDU KARTIKA

NRP. 3883300137

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
1993

TUGAS AKHIR

STUDI EVALUASI SISTEM PENGOLAHAN LIMBAH ELEKTROPLATING (CR DAN CN) DI LPI BANDUNG



Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing

A handwritten signature in black ink, appearing to be "Sarwoko", written over a horizontal line.

Ir. SARWOKO M., M.Sc.E.S.

NIP. 131 415 730

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
S U R A B A Y A
1993**

STUDI EVALUASI SISTEM PENGOLAHAN LIMBAH
ELEKTROPLATING (Cr DAN CN^-) DI LIPI BANDUNG

Oleh : Istiana Windu Kartika

ABSTRAK

Dalam upaya untuk mengatasi pencemaran limbah bahan beracun dan berbahaya di media lingkungan perlu evaluasi kembali efektifitas sistem pengolahan limbah.

Sistem pengolahan limbah elektroplating yang dilakukan LPPG Bandung dititik beratkan pada optimasi oksidasi Cr dan reduksi Cr . Oleh karena itu sebelum dioperasikan, perlu dilakukan penelitian secara " Batch Treatment " untuk mencari pH konsentrasi serta hal-hal lain yang mempengaruhi optimasi pengolahan Cr dan Cr^{+3} . Setelah pengolahan air limbah elektroplating pada kondisi optimum tercapai uji kualitatif dan kuantitatif diperlukan untuk menentukan apakah air limbah hasil pengolahan, laik buang ke perairan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa apabila diolah secara optimum, efluen hasil pengolahan mengalami detoksifikasi yang disebabkan oleh unsur Cr dan Cr^{+3} . Hal ini sejalan dengan hasil analisa ekspose unsur Cr dan Cr^{+3} di media lingkungan, yang didapat bahwa Cr dan Cr^{+3} mempunyai kecenderungan terekspose ke perairan. Hal ini berarti pengurangan konsentrasi Cr dan Cr^{+3} di air secara reduksi dan oksidasi dapat berperan optimal. Lebih lanjut alternatif pengolahan Cr secara solidifikasi dengan campuran kapur dan fly ash (abu terbang) diharapkan dapat mengurangi mobilitas toksisitas Cr dalam air, karena pada solidifikasi Cr diikat secara fisik dan kimiawi membentuk padatan (solid) yang sulit terresuspensi.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami hadapkan kehadiran Ilahi atas berkah dan rahmad Nya sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Tugas akhir yang berjudul "Studi Evaluasi Sistem Pengolahan Limbah Elektroplating di LIPI Bandung" disusun sebagai persayratan untuk menenpuh gelar strata - 1 di program studi teknik Lingkungan ITS Surabaya.

Atas selesainya tugas akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih serta penghargaan yang setinggi - tingginya kepada :

1. Dr.Ir.Wahyono Hadi, MSc. selaku ketua program studi Teknik Lingkungan
2. Ir.Sarwoko M, MSc ES selaku dosen pembimbing tugas akhir dan koordinator tugas akhir di program studi Teknik Lingkungan
3. Ir. Nana Terangna G, Dipl Se selaku co- pembimbing selama penelitian di Puslitbang Pengairan Bandung .
4. Sukmawati Rahayu, Dipl , selaku co- pembimbing selama penelitian di Puslitbang Pengairan Bandung.
5. Ibu dan Bapak dosen serta staf pengajar di Teknik Lingkungan ITS Surabaya.
6. Seluruh karyawan di Pusat Penelitian dan Pengembangan Pengairan Bandung.
7. Bapak, Ibu serta kakak- kakakku yang tak pernah putus memberikan doa dan nasehat.
8. Keluarga Ir A Farobi atas segala bantuannya.

9. Mas Yudhy dkk. yang banyak membantu selama penelitian di Bandung.
10. Sahabat - sahabatku Tl"88" ; Bekti, Pipin, Yulis yang selalu menemani perjuanganku
11. Warga besar Teknik Lingkungan ITS Surabaya.
12. Semua pihak yang tak mungkin disebutkan satu persatu.

Kepada semua pihak di atas, semoga Allah SWT membalas segala kebaikan yang telah dilakukan dengan tulus dan ikhlas.

Akhirnya dengan segala kerendahan hati Tugas Akhir yang masih jauh dari sempurna ini, penulis serahkan kepada perpustakaan Program Studi Teknik Lingkungan ITS. Semoga dapat memberikan manfaat.

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan.....	ii
Abstrak.....	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	vi
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar.....	xii
Daftar Lampiran	xiii
 Bab I Pendahuluan	
1.1. Latar Belakang	I - 1
1.2. Ide Studi	I - 1
1.3. Hipotesa	I - 3
1.4. Maksud dan Tujuan	I - 3
1.5. Ruang Lingkup	I - 4
 Bab II Tinjauan Pustaka	
2.1. Umum	II - 1
2.2. Gambaran Umum Sistem Pengolahan Air Limbah di LIPI Bandung	II - 2
2.2.1. Bak Tampung.....	II - 2
2.2.2. Tangki Oksidasi CN^-	II - 2
2.2.3. Tangki reduksi CR^{6+}	II - 2
2.2.4. Tangki Campur	II - 3
2.2.5. Tangki Koagulasi.....	II - 3

2.2.6. Tangki Sedimentasi...	II - 3
2.2.7. Bak Penampung Lumpur	II - 3
2.3. Metode Pengolahan Air	
Limbah Elektroplating	II - 4
2.3.1. Metode Pengolahan	
Chromium dari Air	
Limbah Elektroplating..	II - 4
2.3.2. Metode Pengolahan Cyanida	
dari Air Limbah	
Elektroplating.....	II - 13
2.4. Pengenalan Chromium dan	
Cyanida.....	II - 14
2.4.1. Pengenalan Chromium ...	II - 15
2.4.2. Pengenalan Cyanida	II - 16
2.5. Uji Ekotoksisitas	II - 17
2.6. Analisa Ekspose Limbah Bahan	
Beracun dan berbahaya di Media	
Lingkungan	II - 19

Bab III. Material dan Metode

3.1. Material	III - 1
3.2. Metode Penelitian	III - 2
3.2.1. Persiapan Penelitian ...	III - 2
3.2.2. Penentuan Kondisi	
Oksidasi CN^- dan Cr^{6+}	
yang optimum	III - 3
3.2.3. Pengolahan air limbah	
Elektroplating secara	



	Batch Treatment	III - 4
3.2.4.	Penentuan Efektifitas Pengolahan Limbah Elektroplating dengan Beban Volumetrik	III - 4
3.2.5.	Penentuan efektifitas sistem pengolahan limbah dengan pendekatan uji toksisitas	III - 5
3.2.6.	Analisa ekspose Cr dan CN ⁻ di media lingkungan.	III - 6
3.2.7.	Metode Solidifikasi	III - 7
Bab IV	Hasil dan Pembahasan	
4.1.	Optimasi oksidasi CN ⁻ dan reduksi Cr ⁶⁺	IV - 1
4.2.	Analisa Efektifitas Pengolahan Berdasarkan Beban Volumetrik	IV - 7
4.3.	Hubungan antara Penguraangan Konsentrasi Cr dan CN ⁻ dengan detoksifikasi air limbah elektroplating	IV - 9
4.4.	Metode Solidifikasi	IV - 10
Bab V	Kesimpulan dan Saran .	
5.1.	Kesimpulan	V - 1
5.2.	Saran	V - 3

Daftar Pustaka

Tabel

Lampiran

Gambar

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1.	Karakteristik Air Limbah Elektroplating di LIPI Bandung	II - 4
Tabel 2.2.	Pengaruh Stabilitas Kimiawi Terhadap Kekuatan Tekan	II - 11

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Hubungan antara pH, temperatur dan waktu	II - 5
Gambar 2. Hubungan Solubilitas LOGam Berat dengan pH.....	II - 6
Gambar 3. Pengaruh pH dan waktu reaksi reduksi	II - 8
Gambar 4. Diagram Alir Sistem Pengolahan Limbah Elektrolating di LIPI Bandung	
Gambar 5. Foto - foto Sistem Pengolahan Limbah Elektrolating di LIPI Bandung	

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Pengaruh pH dan waktu pengadukan pada oksidasi CN^-
- Lampiran 2 : Pengaruh kecepatan pengadukan dan konsentrasi zat pengoksidasi (NaOCl) pada oksidasi pada oksidasi CN^-
- Lampiran 3 : Pengaruh pH dan waktu pengadukan pada reduksi Cr^{6+}
- Lampiran 4 : Pengaruh kecepatan pengadukan dan konsentrasi zat pereduksi (NaHSO_3) pada reduksi Cr^{6+}
- Lampiran 5 : Pengaruh konsentrasi zat pereduksi (FeSO_4) pada reduksi Cr^{6+} dan perhitungan Beban Volumetrik pada oksidasi CN^-
- Lampiran 6 : Perhitungan Beban Volumetrik pada reduksi Cr^{6+}
- Lampiran 7 : Hasil uji toksisitas metode cawan dan daerah hambatan untuk KCN
- Lampiran 8 : Hasil Uji toksisitas metode cawan dan daerah hambatan untuk $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
- Lampiran 9 : Hasil uji toksisitas untuk air limbah sebelum dan sesudah pengolahan
- Lampiran 10 : Hasil studi pendahuluan sistem solidifikasi

Lampiran 11 : Perhitungan Analisa Ekspose Cr dan CN^-
di media lingkungan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sebagai salah satu lembaga penelitian, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) di Bandung mengadakan pengolahan limbahnya. Limbah yang dihasilkan meliputi limbah bahan kimia dari proses elektroplating, limbah organik serta anorganik. Sistem pengolahannya meliputi : pengolahan fisika dan kimia untuk limbah elektroplating, serta pengolahan secara biologis untuk limbah organik.

Pengolahan air limbah dari proses elektroplating yang dilakukan LIPI meliputi pengolahan chromium (Cr) dan cyanida (CN^-) yang sifatnya sangat beracun dan berbahaya bagi manusia dan lingkungan. Oleh karena itu perlu dilakukan tinjauan terhadap peranan sistem pengolahan fisika kimia Cr dan CN^- sebagai pereduksi toksisitas yang akan mengurangi beban pencemaran lingkungan oleh bahan beracun dan berbahaya.

1.2. Ide Studi

Chromium (Cr) serta Cyanida (CN^-) merupakan salah satu unsur pencemar dalam air limbah elektroplating di LIPI Bandung. Kedua unsur ini bersifat toksik dan digolongkan dalam bahan buangan beracun dan berbahaya (Limbah B₃). Oleh karena itu

sistem pengolahannya harus benar - benar seoptimal mungkin supaya efektif sebagai pengurang bahan pencemar.

Titik berat pengolahan yang dilakukan LIPI adalah reduksi Chromium hexavalen menjadi chromium trivalen serta oksidasi cyanida menjadi cyanat, yang selanjutnya menjadi karbondioksida (CO_2) dan Nitrogen (N_2). Untuk itu dalam upaya meningkatkan efisiensi serta efektifitas pengolahan reduksi chromium serta oksidasi cyanida harus dilaksanakan seoptimal mungkin. Optimasi reduksi chromium hexavalen menjadi chromium trivalen tergantung dari pemilihan zat pereduksi yang tepat, konsentrasi zat pereduksi, kecepatan pengadukan serta waktu reduksi yang optimum. Demikian pula untuk optimasi oksidasi cyanida menjadi cyanat.

Evaluasi kembali metode itu dilakukan dengan membuat sistem " Batch Treatment " yang bertujuan untuk mengetahui kondisi reduksi dan oksidasi yang optimum pada air limbah buatan yang hanya mengandung unsur chromium dan cyanida . Selanjutnya pada kondisi optimum, air limbah elektroplating di olah secara " Btch Treatment " juga.

Selain mengevaluasi sistem pengolahan air limbah elektroplating yang dilakukan LIPI Bandung, dilakukan analisa ekspose bagi kedua unsur itu (Cr atau CN^-) di media lingkungan, untuk memberikan

alternatif sistem pengolahan lain apabila ternyata ekspose Cr maupun CN^- banyak terdapat di media selain air.

1.3. Hipotesa

Hipotesa yang dikemukakan dalam penelitian ini meliputi :

1. Ada kemungkinan batas - batas Beban Volumetrik Cr dan CN^- yang menghasilkan reduksi optimum kedua unsur tersebut.
2. Kemungkinan dengan pengurangan konsentrasi Cr dan CN^- , maka toksisitas air limbah juga berkurang.
3. Sistem solidifikasi Cr dengan menggunakan campuran kapur dan fly ash menjamin tidak terresuspensinya Cr ke air.

1.4. Maksud dan Tujuan

Maksud penelitian ini adalah :

Untuk mengetahui sejauh mana keamanan sistem pengolahan air limbah elektroplating di LIPI secara reduksi Cr dan CN^- .

Tujuan penelitian adalah :

- Menentukan efisiensi sistem pengolahan berdasarkan beban volumetrik.
- Menentukan toksisitas chromium dan cyanida dari air limbah buatan berdasarkan nilai LC_{50} .
- Menentukan tingkat toksisitas air limbah

elektroplating sebelum dan sesudah pengolahan secara "Batch treatment"

- Memberikan alternatif sistem pengolahan air limbah elektroplating secara solidifikasi.

1.5. Ruang Lingkup

Studi evaluasi sistem pengolahan air limbah elektroplating dilakukan dengan cara :

- Membuat 'Batch Treatment' seperti yang dilakukan LIPI Bandung.
- Penentuan kondisi oksidasi Cr dan CN yang optimum dengan limbah buatan, dari larutan $K_2Cr_2O_7$ dan KCN dimana variasi yang dilakukan pada pengolahan adalah : pH, kecepatan pengadukan, waktu pengadukan serta konsentrasi zat pereduksi atau pengoksidasi.
- Penentuan efisiensi sistem pengolahan air limbah elektroplating dengan pendekatan :
 - Beban Volumetrik
 - Uji toksisitas akut
 - Larutan $K_2Cr_2O_7$ dan KCN
- Untuk mengetahui tingkat toksisitas Cr dan CN^-
 - Air limbah elektroplating sebelum pengolahan
 - Air limbah elektroplating sesudah pengolahan dilakukaka terhadap biota *E. Coli*.
- Studi pendahuluan metode solidifikasi dengan bahan campuran kapur dan fly ash

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

Definisi elektroplating.

Elektroplating didefinisikan sebagai suatu proses dimana lapisan film ditambahkan kepermukaan potongan (pelat) logam dengan menggunakan arus elektrolit dengan tujuan :

a. Protektif

yaitu untuk melindungi material (logam dasar) agar lebih tahan terhadap pengaruh lingkungan.

b. Dekoratif

Yaitu untuk mendapatkan penampakan yang lebih baik dan menarik.

c. Rekayasa

Yaitu untuk memperoleh sifat - sifat tertentu (sifat fisik, kimia, mekanik dan lain-lain)

Definisi Limbah Bahan Beracun dan Berbahaya :

Limbah Bahan Beracun dan berbahaya merupakan suatu limbah yang mempunyai satu atau lebih sifat-sifat sebagai berikut :

- Mudah meledak (eksplosif)
- Mudah terbakar (flammable)
- Menimbulkan korosi (korosif)
- Pengoksidasi (oxidizers)
- Menimbulkan penyakit (infection)
- Beracun (toxic)

2.2. Gambaran Umum Sistem Pengolahan Air Limbah Elektroplating di LIPI Bandung

Setiap pengolahan air limbah elektroplating di LIPI Bandung dititik beratkan pada pengolahan Cr dan CN^- yang konsentrasinya lebih besar dibanding lainnya.

Sistem pengolahannya meliputi :

2.2.1. Bak Tampung

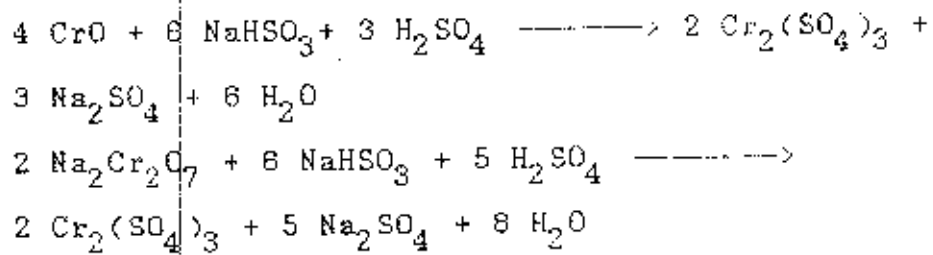
Pada tempat ini air limbah elektroplating di tampung setelah terlebih dahulu dipisahkan dari air limbah anorganik serta organik.

2.2.2. Tangki oksidasi CN^-

Pada tempat ini ditambahkan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan NaOCl untuk mengoksidasi CN^- menjadi cyanat (CNO^-). Oksidasi ini dapat berjalan dengan cepat pada kondisi basa (pH 10 atau lebih). Air limbah elektroplating diaduk secara kontinyu untuk menjaga terjadinya presipitasi cyanida selain untuk meratakan penambahan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan NaOCl .

2.2.3. Tangki reduksi Cr

pada tempat ini *reduction agent* yang digunakan untuk mereduksi Chromium hexavalen menjadi chromium trivalen adalah NaHSO_3 dan H_2SO_4 . reaksi ini dapat berjalan lancar dan cepat pada kondisi asam, dengan pH 1 - 2. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



2.2.4. Tangki Campur

pada tempat ini air limbah elektroplating (CR dan CN^-) setelah mengalami oksidasi reduksi dicampur dengan air limbah an organik, dimana sebelum dicampur, air limbah an organik ditampung secara terpisah dengan air limbah elektroplating. Pada tempat ini ditambah $\text{Ca}(\text{OH})_2$ untuk menetralkan air limbah dari proses reduksi Cr yang bersifat asam.

2.2.5. Tangki Koagulasi

Pada tempat ini ditambahkan koagulan untuk mempercepat terjadinya pengendapan metal hidroksida. Pengadukan pada tangki ini menggunakan baffle channel.

2.2.6. Tangki Sedimentasi

Pada tempat ini terjadi pemisahan secara gravitasi antara padatan dan cairan. Lumpur yang mengendap di dasar tangki di pompa ke bak penampung lumpur.

2.2.7. Bak penampung Lumpur

Pada tempat ini lumpur cair diendapkan selama beberapa lama kemudian terjadi pemisahan secara gravitasi antara padatan lumpur dan supernatan.

Supernatan diresirkulasi ke tangki campur, sedangkan lumpur endapan dibuang bersama-sama dengan padatan lumpur dari air limbah organik yang telah melalui proses biologis.

**TABEL 2.1. KARAKTERISTIK AIR LIMBAH ELEKTROPLATING DI
LIPI BANDUNG**

Parameter	Konsentrasi mg/l	
	Total	Terlarut
Chromium (Cr)	68,15	41,75
Cyanida (CN^-)	25,70	12,40
Nikel (Ni)	2,35	1,30
Besi (Fe)	6,71	2,44
Tembaga (Cu)	tt	tt
Seng (Zn)	tt	tt

2.3. Metode pengolahan Air Limbah Elektroplating

Air limbah elektroplating dapat diolah secara fisik maupun kimiawi. Metode pengolahan air limbah elektroplating dibagi menjadi 2 bagian yaitu :

- Removal (pemisahan) unsur pencemar dari air limbah elektroplating
- Recovery (pengambilan kembali) unsur pencemar seperti Cr, Ni, CN^- , Cd untuk keperluan proses elektroplating

Sistem recovery meliputi ion exchange, electrolytic recovery, elektrodialisis dan reverse osmosis. (RO).

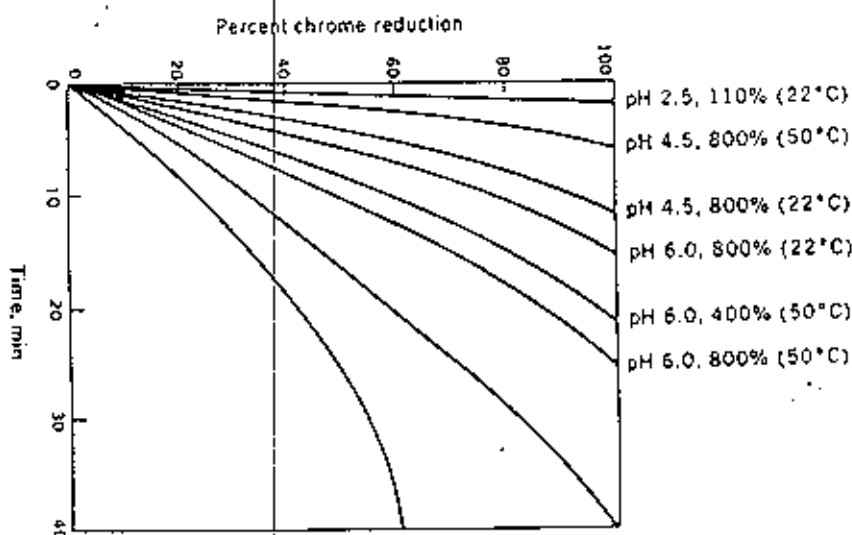
2.3.1. Metode Pengolahan Chromium dari Air Limbah Elektroplating

2.3.1.1. Reduksi Chromium Hexavalen menjadi chromium trivalen

Pengolahan Chromium dari air limbah elektroplating yang umum adalah reduksi chromium hexavalen menjadi chromium trivalen dan selanjutnya membentuk endapan chromium hidroksida ($\text{Cr}(\text{OH})_3$). Chromium hexavalen lebih toksik dibandingkan chromium trivalen ,

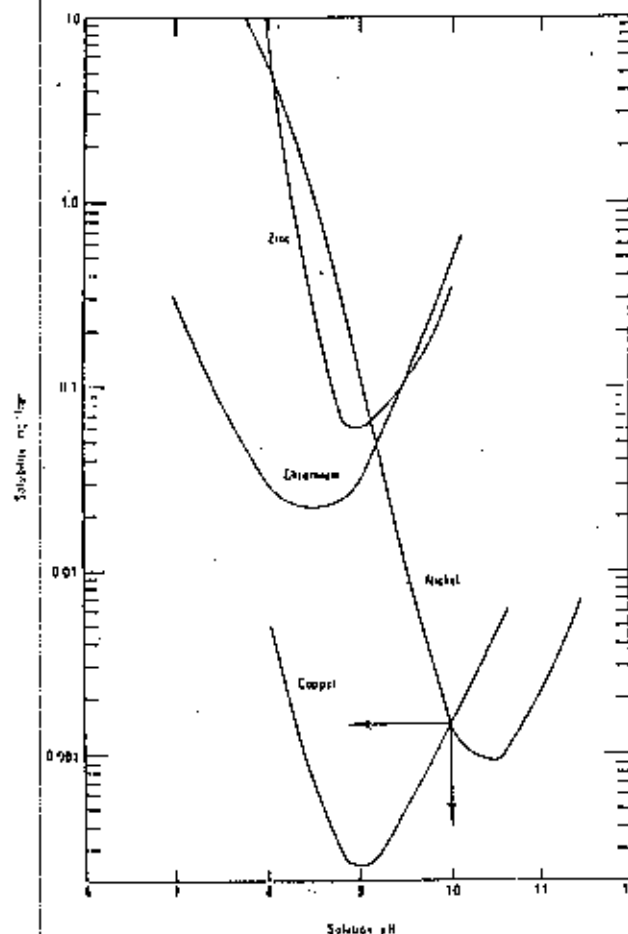
Reduksi chromium heksavalen menjadi chromium trivalen tergantung dari pH, temperatur, solubilitas (kelarutan dalam air), konsentrasi dan jenis zat pereduksi yang digunakan, serta waktu reaksi antara chromium dengan zat pereduksi.

pH saat reduksi yang optimum pada range (2-3). Nilai pH dan temperatur akan mempengaruhi terbentuknya garam chrom yang bervariasi, seperti yang terlihat pada gambar 1.



GAMBAR 1. HUBUNGAN ANTARA PH, TEMPERATUR DAN WAKTU

Solubilitas (kelarutan Chromium dalam air) mempengaruhi pengolahan chromium trivalen. Semakin besar nilai solubilitas, semakin sukar suatu unsur untuk mengendap. Solubilitas tergantung pada pH. Pada proses pengendapan chromium trivalen (Cr^{3+}) hasil reduksi, menjadi chromium hidroksida ($\text{Cr}(\text{OH})_3$) digunakan nilai solubilitas yang terendah supaya mudah mengendap. Untuk chromium nilai solubilitas terkecil pada pH 8-9.

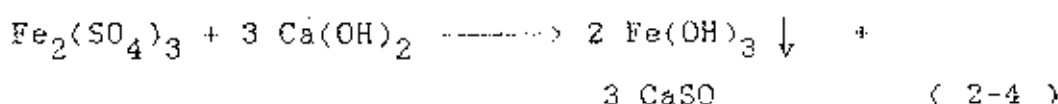
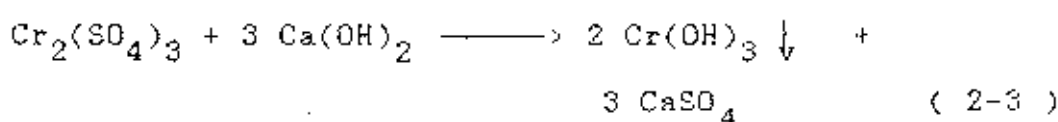
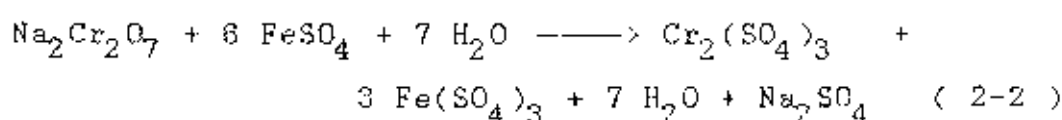
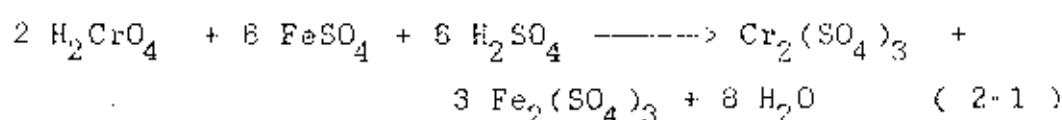
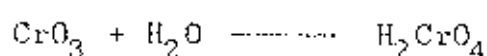


GAMBAR 2. HUBUNGAN SOLUBILITAS LOGAM BERAT DENGAN PH

Adanya unsur lain dalam larutan dapat menggeser nilai pH untuk kelarutan chromium yang optimum.

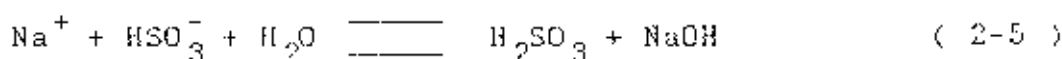
misalnya adanya ion Fe, kelarutan chromium minimum pada pH 6-8. ion Zn^{2+} , kelarutan chromium minimum pada pH 8, selanjutnya pH 10 - 12 mencapai tingkat konstan. dengan adanya ion Ni^{2+} kelarutan logan chromium terendah pada pH 10 - 12.

Zat pereduksi yang biasa digunakan adalah Ferrous Sulfat ($FeSO_4$), Natrium Bisulfit ($NaHSO_3$) serta sulfur dioksida (SO_2). Pada penambahan zat pereduksi ferrous sulfat, terjadi reaksi reduksi chromium hexavalen menjadi chromium trivalen dan reaksi oksidasi Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} . Reaksi terjadi dengan cepat pada pH 2. Reaksinya adalah sebagai berikut :

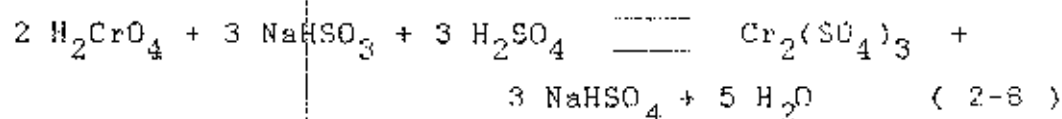


Kerugian penggunaan ferrous sulfat adalah terbentuknya $Fe(OH)_3$ saat penambahan alkali. Pada penambahan zat pereduksi sodium bisulfit atau sulfur dioksida, ion SO_3^- diubah menjadi ion SO_4^- .

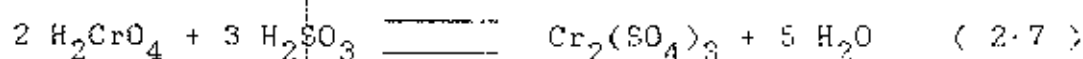
Reaksi sodium bisulfit dalam larutan adalah :



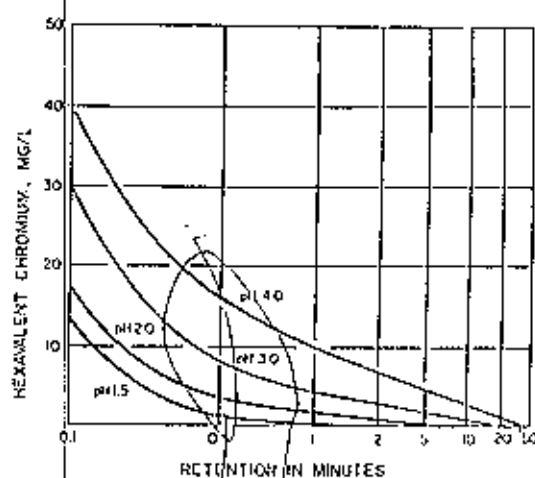
Karena reaksi chromium hexavalen berjalan cepat pada pH 2, maka harus ditambah asam sulfat (H_2SO_4) seperti reaksi berikut :



Sedangkan reaksi Sulfur dioksida (SO_2) adalah :



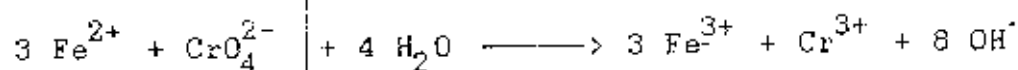
Waktu reaksi reduksi bergantung kepada pH, dan akan mempengaruhi besar penurunan chromium hexavalen.



GAMBAR 3. PENGARUH PH PENGOOLAHAN DAN WAKTU REAKSI REDUKSI Cr

2.3.1.2. Reduksi Anoda besi

Pada proses ini, arus dilewatkan melalui proses elektrolit, kemudian terjadi pemisahan anoda besi, yang menghasilkan Fe^{2+} (Feros). Selanjutnya ion Fe^{2+} bereaksi dengan chromium hexavalen untuk memproduksi chromium trivalen dengan reaksi :



Reaksi ini dapat berjalan lancar pada pH 8 - 9.

Chromium trivalen dan ferri (Fe^{3+}) yang dihasilkan dapat diendapkan sebagai hidroksida.

Metode ini lebih sederhana dibandingkan dengan metoda pengolahan konvensional yang menggunakan SO_2 , NaHSO_3 , FeSO_4 yang memerlukan proses acidifikasi terlebih dahulu pada pH 2 - 3 dan diikuti netralisasi untuk meremove logam. Apabila metode ini digunakan dengan baik sel elektro kimia dapat menghasilkan efluen yang mengandung kurang dari 0,05 ppm chromium.

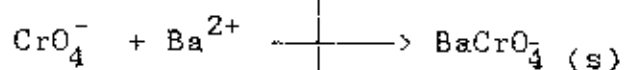
2.3.1.3. Cementation

Cementation menggunakan potongan logam untuk mereduksi chromium hexavalen secara elektrokimiawi, dengan melewatkan air limbah elektroplating yang mengandung chromium hexavalen menuju potongan logam. Apabila terjadi kontak, maka chromium hexavalen akan tereduksi menjadi chromium trivalen.

Reaksi cementation dapat berjalan dengan cepat pada potongan logam aluminium pada kondisi basa.

2.3.1.4. Presipitasi dengan Barium Sulfat

Pada metode ini chromium hexavalen diendapkan menjadi Barium Sulfat dengan reaksi sebagai berikut :



reaksi ini dapat berjalan dengan cepat pada pH 8 - 9.

2.3.1.5. Solidifikasi

Solidifikasi merupakan suatu metoda untuk mengurangi mobilita pencemaran. Pada metode ini, air

limbah diubah menjadi padatan dan kontaminan yang beracun diikat secara fisik. Pada stabilisasi kontaminan (secara kimiawi) diubah menjadi bentuk yang tingkat kelarutannya rendah. Solidifikasi menggunakan material organik dari berbagai polimer organik dan juga material anorganik yang akan membentuk polimer silikat.

Zat an organik yang dapat digunakan antara lain : semen, gypsum, kapur dan fly ash.

Ada beberapa macam proses solidifikasi yaitu :

a. Solidifikasi dengan penambahan semen

Semen yang biasa digunakan adalah OPC (Ordinary Portland Cement) yang ditambahkan untuk memperbaiki karakteristik fisik dan menurunkan leaching dari air buangan yang tersolidifikasi. mekanisme stabilisasi adalah pembentukan hasil hidratisasi dari komponen silikat dan air. Calsium silikat akan terhidratisasi membentuk gel, yang kemudian bertambah besar dan membentuk matrik semen.

b. Solidifikasi dengan penambahan kapur

Kapur dan material pozzolanik menghasilkan matrik semen yang secara fisik dan kimia dapat mengikat unsur berbahaya dalam air buangan.

Pozzolanik merupakan material yang tidak mengandung semen, tetapi mengandung konstituen yang akan bergabung dengan kapur pada temperatur normal, untuk membentuk komponen stabil yang tidak larut. (Lee, 1970).

Yang dapat digunakan sebagai pozzolanik adalah tanah liat, abu terbang (semen) dan debu.

Kekuatan padatan yang terbentuk dari penambahan kapur dan debu (senyawa pozzolanik lain) dapat dilihat pada tabel 2.1.

TABEL 2.2. PENGARUH STABILITAS KIMIAWI TERHADAP KEKUATAN TEKAN

Penambahan Kapur (%)	Perbandingan abu/fly ash	Kekuatan tekan (PSI)
0	1/1	85
1	1/1	250
3	1/1	600
5	1/1	950
5	1/2	360

c. Thermoplastic Encapsulation

Material thermoplastik merupakan plastik organik yang dapat melunak dan mengeras apabila dipanaskan dan didinginkan. Yang tergolong material thermoplastik adalah : aspal, bitumen, polyethylene,

Pada teknik encapsulation, air buangan di keringkan atau didewaterisasi supaya mengandung solid (padatan) yang tinggi, kemudian dicampur dengan polimer pada temperatur 100°C .

d. Thermosetting Micro Encapsulation

Thermoset merupakan material yang dapat memadat dan mengeras apabila dipanaskan. Proses "Mikro

encapsulation" meliputi pembentukan polimer dengan penambahan katalis. Organik polimer yang biasa digunakan adalah urea fromaldehyde, polyester dan polybutadiene.

e. Makro encapsulation

Proses ini digunakan untuk mengolah limbah yang berbahaya yang berukuran makro (limbah padat). misalnya buangan dari botol-botol kimia, dan lain-lain. Proses ini juga digunakan untuk melapisi kontainer agar terhindar dari korosi.

f. Teknik Cementasi

Proses ini merupakan proses mengaktifkan air buangan yang mengandung calcium sulfat agar dapat membentuk semen sendiri.

g. Vitrifikasi (Glasifikasi)

Air buangan dicampur dengan silika dan dipanaskan pada temperatur yang sangat tinggi, kemudian didinginkan dalam kaca. Sistem ini sangat mahal, oleh karena itu hanya digunakan untuk buangan radio aktif yang sangat berbahaya.

Dari seluruh sistem, solidifikasi bergantung kepada komposisi air buangan. Efektifitas dan proses solidifikasi dapat di uji dengan :

- Waktu pemadatan
- Cara fisik seperti kepadatan dan kekuatan tekan
- Leaching (solubilitas kelarutan)

Leaching dipengaruhi oleh permeabilitas air buangan yang di olah.

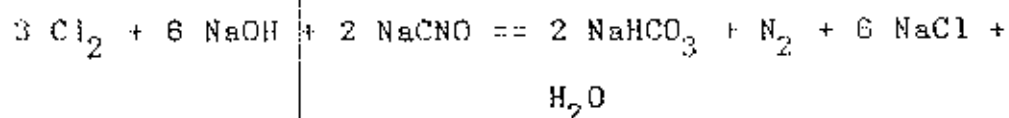
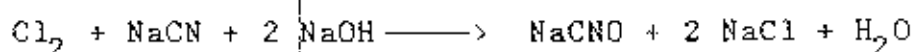
2.3.2. Pengolahan Cyanida dari Air Limbah Elektroplating

Pengolahan cyanida meliputi pengolahan secara fisik dan kimiawi. metode yang sering digunakan adalah pengurangan cyanida dengan chlorinasi. Cyanida dioksidasi menjadi cyanat (CNO^-) kemudian dioksidasi lagi menjadi (CO_2) dan Nitrogen (N_2)

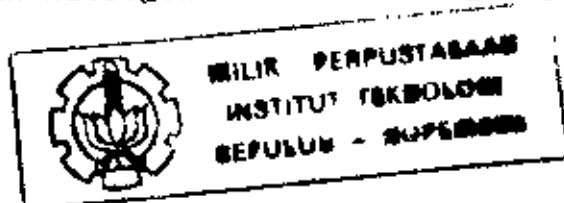
Beberapa macam metode pengolahan cyanida antara lain :

2.3.2.1. Chlorinasi

Pengurangan cyanida dengan metode chlorinasi dilakukan dengan penambahan Sodium Hypochlorite (NaOCl) atau penambahan gas chlorine dengan sodium hidroksida. Sodium Hidroksida bereaksi dengan chlorine membentuk sodium hipochlorit, seperti reaksi di bawah :



Oksidasi cyanida menjadi cyanat terjadi dengan cepat pada pH 8 - 10. Toksisitas cyanat lebih kecil dibandingkan cyanida. Oksidasi cyanat menjadi carbondioksida dan nitrogen dilakukan dengan penambahan



Ada beberapa tinjauan untuk mengenal chromium antara lain :

a. Fisik

Dalam keadaan murni, krom adalah logam yang putih keras, berkilap dan tidak dapat ditempa. Pasif pada banyak lingkungan sehingga tampak inert. Tahan terhadap kebanyakan reagen korosif. Beberapa sifat dan kemampuan dari logam murni sebagai berikut :

No atom	: 24
Berat atom	: 51,996
Golongan	: VI B
Valensi	: 1 - 6
Konfigurasi elektron	: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$: $3d^5 4s^1$
Struktur kristal	: kubus pusat badan
Titik leleh	: 1875°C
Titik didih	: 2199°C
Berat jenis (20°C)	: $7,19 \text{ g/cm}^3$
Tahanan jenis (20°C)	: 12,9 mikro ohm cm
Kekuatan tarik (500°C)	: 275 MPa
Standart potensial, E_0 pada 25°C	
$\text{Cr}^{3+} + 3 e$	$\longrightarrow \text{Cr} \quad E_0 = - 0,71 \text{ V}$
$\text{Cr}^{3+} + e$	$\longrightarrow \text{Cr}^{2+} \quad E_0 = - 0,41 \text{ V}$

b. Kimia

Tidak dioksidasi oleh udara, banyak terdapat di air. Chromium bereaksi dengan kaustik alkali dan alkali karbonat.

c. Biologis

Apabila termakan, chromium akan memasuki aliran darah dan terbawa hingga ke hati dan limpa. Pada tingkat yang tidak membahayakan kesehatan, chromium dipakai bersama hormon insulin dalam penggunaan glukosa. Akan tetapi dalam jumlah yang lebih banyak dapat membahayakan kesehatan manusia.

2.4.2. Pengenalan Cyanida

a. Sifat fisik

Sifat fisik cyanida dalam bentuk hidrogen cyanat (CHNO) meliputi :

Berat atom	43,03
Carbon (C)	27,91 %
Hidrogen (H)	2,34 %
Nitrogen (N)	32,56 %
Oksigen (O)	37,19 %
Kalor pembentukan	- 36,5 K cal/mol

b. Sifat kimia

Sifat kimia dari cyanida meliputi :

Bentuk cyanida sebagai cyanida bebas di atmosfer seperti HCN, dan dalam bentuk persenyawaan garam seperti KCN dan NaCN. Komplek cyanida yang stabil terdapat dalam jumlah yang sedikit seperti $K_4Fe(CN)_6$ dan $K_3Co(CN)_6$. Pada pH 8 atau lebih kecil cyanida berada dalam bentuk asam cyanida yang tidak dapat terdisosiasi dan bentuk ini adalah bentuk yang sangat

racun dari pada bentuk ion cyanida. Cyanida dalam air dapat ditetapkan dengan metode titrasi, selektif ion dan kolorimetri

c. Biologis

Sifat Biologis dari cyanida meliputi :

Toksisitas tinggi. Asam bebasnya dalam bentuk HCN mudah menguap dan sangat berbahaya. Oleh karena itu semua percobaan di mana gas ini akan dilepaskan atau cyanida akan dipanaskan harus dilakukan dalam kamar asam. Asam cyanida mengakibatkan iritasi pada mata dan kulit, kerusakan membran mucous, serta menyebabkan kerusakan respirasi sel.

2.5. Uji Ekotoksisitas

Uji ekotoksisitas merupakan suatu metode dimana respon organisme digunakan untuk mendeteksi dan mengukur adanya pengaruh satu atau lebih zat, limbah atau faktor lingkungan. Uji ekotoksisitas diperlukan untuk mengevaluasi pencemaran air dengan memberikan gambaran pengaruh toksisitas air limbah terhadap kehidupan akuatik.

Manfaat lain dari uji ekotoksisitas adalah

- Mengukur toksisitas air limbah dan zat kimia berbahaya.
- membandingkan sensitifitas (kepekaan) organisme - organisme akuatik.
- Memonitor kualitas sumber air

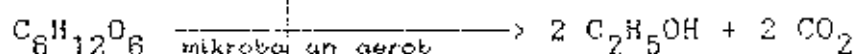
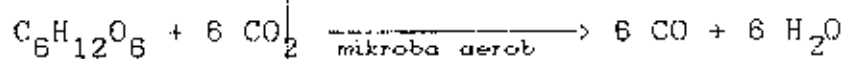
Menilai efektifitas instalasi pengolahan air limbah.

Biota yang dapat digunakan untuk pengujian ekotoksisitas antara lain ; ikan, daphnia, dan bakteri. Prinsip dari uji ekotoksisitas adalah pengukuran dari kematian biota akibat keracunan yang dinyatakan dalam Toleransi Limit Median (TLM) atau lethal concentration 50 % (LC 50) yaitu konsentrasi dari zat yang diperiksa dengan pengenceran, dimana 50 % dari jumlah biota yang di tes dapat hidup selama waktu percobaan berlangsung.

Pengujian ekotoksisitas dilakukan dengan 2 teknik, yaitu teknik penghitungan koloni metode hitungan cawan dan teknik penangkapan gas CO₂ sebagai hasil aktifitas biologis dari mikroba.

metoda hitungan cawan didasarkan pada anggapan bahwa setiap sel yang dapat hidup akan berkembang menjadi satu koloni. Jadi jumlah koloni yang muncul pada cawan merupakan suatu petunjuk bagi jumlah organisme yang dapat hidup yang terkandung dalam sampel. Teknik yang harus dikuasai dalam metode ini adalah mengencerkan sampel dan mencawakan hasil pengenceran tersebut.

Sedangkan teknik penangkapan gas CO₂ sebagai hasil aktifitas biologis dari mikroba yang ditunjukkan dalam persamaan kimia sebagai berikut :



Jadi jumlah gas yang muncul merupakan suatu petunjuk bagi organisme yang dapat hidup.

2.6. Analisa Ekspose Limbah Bahan Beracun Dan Berbahaya di Media Lingkungan

Analisis ekspose suatu zat terutama yang biasa terdapat dalam limbah beracun dan berbahaya ke dalam suatu ekosistem perlu dilakukan dalam berbagai kasus limbah bahan beracun dan berbahaya. Analisis tersebut berguna sebagai penentuan pilihan media lingkungan bagi lepasan limbah bahan beracun dan berbahaya.

Dalam analisa ini digunakan suatu model ekosistem yaitu model yang dibuat mendekati kondisi atau ekosistem yang ada di alam. Ada tiga model yang ditampilkan disini, yaitu model ekosistem : Mc Call, Mac Kay, Calamary dan Vighi. Ketiga model ini memiliki komposisi dan macam media yang agak berbeda, namun pada dasarnya memiliki tujuan yang sama.

Model ekosistem Mc Call et all (1990)

$$\% \text{ Sedimen} + \% \text{ Air} + \% \text{ Ikan} + \% \text{ Udara} + \% \text{ Air Tanah} + \% \text{ Tanah} = 100 \%$$

Koefisien partisinya dapat ditentukan melalui formula sebagai berikut :

$$K_{ua} = C_u / C_a = PM / RTW_s$$

dimana : K_{ua} = Koefisien partisi udara air

P = Tekanan uap B_3 mmHg

M = Berat Molekul B_3

R = 0,08205 l atm/ K mol

T = Temperatur, K

W_s = Kelarutan air B_3 mg/l

$$K_{ap} = C_a / C_p$$

dimana K_{ap} = Koefisien partisi air-padatan/sedimen

C_a = $\mu g B_3$ / g padatan

C_p = $\mu g B_3$ / g air

Jika padatan yang digunakan adalah tanah, maka dapat menggunakan alternatif berikut :

$$K_{oc} = 0,411 P_{ow}$$

dimana $P_{ow} = B_3$ di octanol/ B_3 di air

dan $K_{ap} = K_{oc} \times \% \text{ organik karbon}$

$$K_{ab} = C_a / C_b$$

$$K_{ub} = C_u / C_b$$

$$K_{pb} = C_p / C_b$$

$C_b = \mu g B_3$ / g biota

dimana K_{ab} = Koefisien air - biota
 K_{ub} = Koefisien udara - biota
 K_{pb} = Koefisien padatan - biota

Khusus untuk biota ikan dalam air, K_{ab} dapat diestimasi dengan menggunakan formula :

$$\text{Log } K_{ab} = 0,79 \text{ Log } P_{ow} - 0,40$$

Koefisien transformasi (k)

Misalnya untuk NO menjadi NO_2 di udara :

$$K_u = 4,69 e^{- (21600 / R \cdot T)}$$

dimana : $R = 0,08205 \text{ l atm / K - mol}$

T = temperatur, K

Misalnya bahan beracun dan berbahaya (B_3) tercampur dengan air/ biota / tanah :

$$K_a = K_b = K_p = - (\ln C/C_0) / t$$

dimana : C = konsentrasi sisa B_3

C_0 = konsentrasi awal B_3

t = waktu

Kombinasi formula - formula koefisien partisi dan transformasi dengan keseimbangan ekosistem, didapat formula baru sebagai berikut :

~ Sedimen = Air

$$K_{ap} = [\% C_{sed} / 2,5 (\% \text{sedimen})] / [\% C_{air} / 5 \text{ air}]$$

- Air = Ikan

$$K_{ab} = [\% C_i / \% \text{ ikan}] / [\% C_{\text{air}} / \% \text{ air}]$$

- Air = Udara

$$K_{ua\ 1} = [\% C_a / \% \text{ air}] / [\% C_{\text{udara}} / \% \text{ udara}]$$

- Air tanah = Udara

$$K_{ua\ 2} = [\% C_{At} / \% \text{ air tanah}] / [\% C_u / \% \text{ udara}]$$

- Air tanah = Tanah

$$K_{ap\ 2} = [\% C_t / 2,5 (\% \text{ tanah})] / [\% C_{At} / \% \text{ Air tanah}]$$

Kombinasi formula-formula diatas, dipakai untuk menghitung % konsentrasi bahan beracun dan berbahaya (limbah B_3) di media lingkungan, yang diawali misalnya dengan :

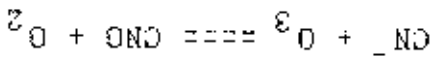
$$\% C_a = \frac{100}{[1 + 2,5(K_{ap1})(\% \text{ sedimen}/\% \text{ air}) + (K_{ab})(\% \text{ ikan}/\% \text{ air}) + (1/K_{ua\ 1})(\% \text{ udara}/\% \text{ air}) + (\% \text{ air tanah}/\% \text{ air}) + 2,5(K_{ap\ 2})(\% \text{ tanah}/\% \text{ air})]}$$

asam sulfat sampai pH 2 - 3.

2.3.2.2. Ozonasi

Ozonasi digunakan untuk oksidasi cyanida, fenol dan kompleks organometal.

reaksi oksidasi cyanida adalah :



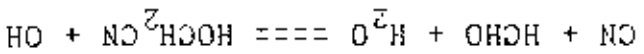
Ozone mengoksidasi cyanida menjadi cyanat untuk setiap 1,8 - 2 lb ozone/lb CN. Untuk oksidasi tahap II sebanyak 4,5 - 5 lb ozone/lb CN.

Pada metode ozonisasi oksidasi cyanida menjadi cyanat dapat berjalan cepat (10 - 15) menit pada pH 9 - 12.

2.3.2.3. Oksidasi dengan Hidrogen Peroksida

Pada proses oksidasi dengan hidrogen peroksida , cyanida dalam air buangan dipanaskan pada 49 - 54° C dan pH diatur 10,5 - 11,8. Pada proses ini ditambahkan formalin (41 % H_2O_2 dengan katalis dan bahan tambahan). Cyanida diubah menjadi cyanat dan logam diendapkan sebagai hidroksida.

Reaksinya sebagai berikut :



Hidrogen peroksida (H_2O_2) mengubah cyanida menjadi cyanat dengan reaksi :



2.4. Pengendalian Chromium dan Cyanida

2.4.1. Pengendalian Chromium

BAB III

MATERIAL DAN METODE

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi keamanan lingkungan sistem pengolahan limbah elektroplating di LIPI Bandung secara reduksi Cr dan CN^- . Tahap - tahap yang dilakukan meliputi :

- Pengumpulan data sekunder
 - Diagram alir sistem pengolahan limbah LIPI Bandung
 - Karakteristik limbah elektroplating LIPI Bandung
- Persiapan penelitian, yang meliputi :
 - Pembuatan air limbah Cr dan CN^- dari $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ dan KCN untuk penentuan kondisi oksidasi CN^- dan reduksi Cr yang optimum.
 - Penentuan konsentrasi zat pereduksi dan pengoksidasi
- Penentuan kondisi oksidasi CN^- dan reduksi Cr^{6+} yang optimum
- Pengolahan air limbah elektroplating secara 'Batch Treatment' yaitu oksidasi CN^- dan reduksi Cr^{6+} pada kondisi optimum.
- Penentuan efektifitas pengolahan limbah elektroplating di LIPI Bandung dengan pendekatan :
 - Efisiensi Beban Volumetrik
 - Toksisitas Air Limbah sebelum dan sesudah pengolahan
 - Analisa ekspose Cr di media lingkungan.

N_1 = Volume pengenceran

V_2 = konsentrasi Cr^{6+} awal (10000 ppm)

N_2 = Volume yang diencerkan

II. Pembuatan air limbah CN^- analog dengan cara diatas.

dimana kristal KCN yang harus ditimbang ;

$$\frac{BM \text{ KCN}}{BM \text{ CN}} = \frac{39 + 26}{26}$$

III. Penentuan konsentrasi zat pereduksi dan pengoksidasi

- Membuat larutan $NaHSO_3$ 0,5 % (0,5 gram dilarutkan dalam 100 ml air)
- Untuk dosis 100 ppm, sampel air limbah 200 ml. volume yang digunakan :

$$100 \text{ mg/l} \times \frac{200 \text{ ml}}{0,5 \text{ gr/100 ml}} = 4 \text{ ml}$$

3.2.2. Penentuan kondisi oksidasi CN^- dan reduksi Cr^{6+} yang optimum

Variasi yang digunakan adalah :

- Konsentrasi zat pereduksi atau zat pengoksidasi optimum
- Zat pereduksi yang digunakan ($FeSO_4$, $NaHSO_3$)
- Zat pengoksidasi yang digunakan $NaOCl$
- pH reduksi 2 - 3
- pH oksidasi 8 - 10
- Waktu pengadukan 15, 30, 45 menit
- Kecepatan pengadukan : 60, 120, 180 rpm

3.2.3. Pengolahan air limbah elektroplating secara

Batch Treatment

- Debit yang diolah adalah 500 ml/30 menit atau 0,010 l/menit.
- Mengukur Cr^{6+} dan CN^- air limbah dengan AAS dan spektrofotometer (seperti dalam Standart Methods)
- Mengatur pH optimum untuk oksidasi = 10
- Menambahkan zat pengoksidasi NaOCl
- Mengoksidasi CN^- dengan waktu pengadukan 30 menit dan Kecepatan pengadukan 120 rpm.
- Mengukur CN^- sisa oksidasi
- Mengatur pH optimum untuk reduksi = 2,4
- Menambahkan zat pereduksi NaHSO_3
- Mereduksi Cr^{6+} dengan waktu pengadukan 30 menit dan kecepatan pengadukan 120 rpm.

3.2.4. Penentuan efektifitas pengolahan air limbah elektroplating dengan pendekatan Beban Volumetrik

Beban Volumetrik dapat dirumuskan sebagai :

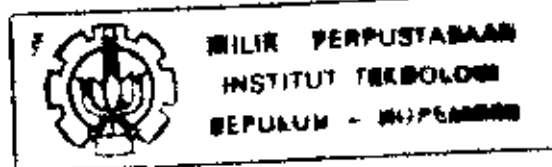
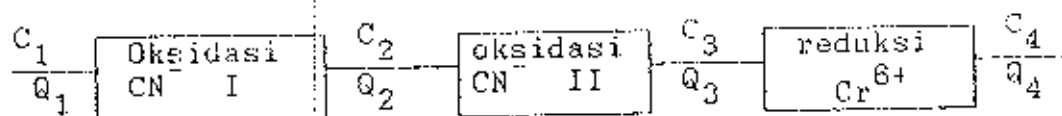
$$BV = \frac{C \times Q}{V}$$

dimana : C = konsentrasi air limbah (Cr dan CN^-)

Q = debit air limbah

V = Volume reaktor

Dalam penentuan ini beban Volumetrik ditentukan dari tangki oksidasi dan reduksi seperti di bawah ini :



Dalam penelitian ini beban volumetrik ditentukan pada :

a. Oksidasi

Beban Volumetrik awal

$$BV = \frac{C_1 \times Q_1}{V_1}$$

Beban Volumetrik akhir

$$BV = \frac{C_2 \times Q_2}{V_2}$$

b. Reduksi

Beban Volumetrik awal

$$BV = \frac{C_3 \times Q_3}{V_3}$$

Beban Volumetrik akhir

$$BV = \frac{C_4 \times Q_4}{V_4}$$

c. Efisiensi oksidasi dan reduksi

$$\eta = \frac{BV_{\text{awal}} - BV_{\text{akhir}}}{BV_{\text{awal}}} \times 100 \%$$

3.2.5. Penentuan efektifitas sistem pengolahan limbah dengan pendekatan uji toksisitas.

Pengujian toksisitas dilakukan dengan :

- Menggunakan hewan uji *E Coli*
- Teknik penghitungan koloni metode hitungan cawan.
- Teknik pengukuran luas daerah hambatan di media

tempat tumbuhnya *E Coli* di sekitar *paper dish* yang telah dimasukkan ke air limbah dengan berbagai konsentrasi.

- Pembiakan *E Coli* seperti Standart Methods
- Konsentrasi larutan uji
 - 100 % air limbah elektroplating
 - 75 % air limbah, 25 % aquades
 - 50 % air limbah, 50 % aquades
 - 25 % air limbah, 75 % aquades
 - 0 % air limbah, 100 % aquades
- Dari data yang di dapat, ditentukan nilai LC_{50} dengan cara grafis.

3.2.6. Analisis Ekspose Cr dan CN^- di media lingkungan

Dalam penelitian ini, analisa ekspose bertujuan untuk menentukan kecenderungan ekspose Cr dan CN^- di media lingkungan. Tujuan analisis ini untuk memberikan alternatif penanganan ekspose Cr di media yang paling banyak terkena ekspose.

Langkah analisa ekspose meliputi :

- Membuat model ekosistem menurut McCall, Calamary dan Vighi, serta Mac Kay dan menyusun suatu formula keseimbangan ekosistem.
- Menentukan koefisien partisi udara - air (K_{ua})
- Menentukan koefisien partisi air - padatan
- Padatan yang digunakan adalah : tanah
- Nilai POW ditentukan berdasarkan :
konsentrasi koefisien partisi air - biota (K_{ab})

- Memasukkan harga-harga tersebut ke dalam formula keseimbangan konsentrasi.

3.2.7. Metode Solidifikasi

Pada penentuan solidifikasi, teknik yang digunakan adalah mencampurkan air limbah dengan kapur dan fly ash dengan berbagai macam konsentrasi, dengan perbandingan kapur dan fly ash (abu terbang) 1 : 1.

Setelah terbentuk padatan (solid) pada konsentrasi campuran kapur dan fly ash (abu terbang) tertentu, dilakukan variasi terhadap pH optimum.

Padatan yang terbentuk dianalisa kandungan logam berat dalam padatan, yang dapat diikat oleh campuran kapur dan fly ash (abu terbang). Hasil yang paling optimum adalah yang dapat mengikat logam berat dengan konsentrasi yang besar.

Metode penentuan kandungan logam berat dalam padatan yang terbentuk adalah :

- Memanaskan padatan dalam oven dengan suhu 105°C selama 24 jam.
- Metode yang digunakan adalah metode digest (penghancuran) dengan HNO_3 , HF , HClO_4 .
- Sampel yang telah di digest, diencerkan dengan aquades 50 ml, dan di saring dengan vacuum filter, yang menggunakan membran $0,45\ \mu\text{m}$ dan ditampung filtratnya.
- Memindahkan filtrat ke dalam labu ukur 100 ml dan mengencerkan dengan air aquades sampai tanda batas.

- Mengatur pH dari hasil pengenceran tersebut sekitar 3,5
- Menyaring endapan yang terbentuk dengan vacuum filter yang menggunakan membran 0,45 μ m.
- Menganalisa filtratnya dengan alat AAS
- Mencatat absorbannya dan menentukan konsentrasi logam dalam sampel yang dianalisa

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil dan Pembahasan optimasi oksidasi CN^- dan reduksi Cr^{6+}

Dari hasil evaluasi yang telah dilakukan, terlihat bahwa pada setiap variasi pengolahan chromium maupun cyanida, terdapat nilai yang dapat memberikan efisiensi penurunan nilai yang optimum. Variasi tersebut meliputi : konsentrasi zat pereduksi optimum, pH, waktu pengadukan optimum. Namun ada juga variasi pengolahan yang hanya memberikan pengaruh yang sedikit terhadap efisiensi pengurangan chromium dan cyanida.

Beberapa variasi pengolahan yang mempengaruhi efisiensi pengurangan chromium maupun cyanida dapat dilihat pada tabel dibawah :

TABEL 4.1. HUBUNGAN BEBERAPA VARIASI pH TERHADAP EFISIENSI OKSIDASI CN^-

No	Variasi Pengolahan	η Oksidasi
1	pH 8	99,6 %
2	pH 8,5	99,6 %
3	Ph 9	99,68 %
4	pH 9,5	99,84 %
5	pH 10	99,96 %

Berdasarkan tabel tersebut diatas, pH optimum adalah 8. Distas pH 8, kenaikan efisiensi sedikit dan cenderung konstan.

Pada pH 8, dilakukan variasi terhadap waktu pengadukan optimum, hasilnya seperti pada tabel 4.2

TABEL 4.2.

No	Waktu Pengadukan	η oksidasi
1	15 menit	99,8 %
2	30 menit	99,78 %
3	45 menit	99,76 %

Berdasarkan tabel: 4.2. dapat dilihat bahwa waktu pengadukan hanya memberikan pengaruh yang sedikit terhadap efisiensi oksidasi CN^- . Setiap perubahan variasi waktu pengadukan, efisiensi oksidasi cenderung konstan. Nilai efisiensi yang lebih dari 99 %, disebabkan karena dalam penelitian ini, digunakan pH optimum .

Pada variasi pengolahan dengan kecepatan pengadukan digunakan nilai pH optimum , waktu pengadukan 15 menit. Hasilnya seperti pada tabel 4.3.

mempengaruhi reduksi Cr^{6+} . Dan waktu pengadukan serta kecepatan pengadukan hanya memberikan pengaruh yang sedikit. Hal ini dapat dilihat pada tabel di bawah :

Untuk konsentrasi zat pereduksi yang digunakan, baik NaHSO_3 maupun FeSO_4 , terdapat nilai yang memberikan hasil efisiensi reduksi terbesar, yang dapat dilihat pada tabel 4.8 di bawah .

4.5. PENGARUH pH TERHADAP EFISIENSI REDUKSI
CHROMIUM HEXAVALEN MENJADI CHROMIUM TRIVALEN

No	pH	η reduksi
1	1,8	88 %
2	2	96 %
3	2,2	98 %
4	2,4	99,5 %
5	2,6	98,8 %
6	2,8	97,5 %
7	3	97,5 %
8	3,2	97,8 %

Berdasarkan tabel 4.5. diatas, didapat pH optimum untuk reduksi adalah 2,4. Diatas 2,4 kenaikan efisiensi cenderung konstan.

Waktu pengadukan serta kecepatan pengadukan hanya memberikan pengaruh yang sedikit terhadap efisiensi reduksi, seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.6 dan 4.7 di bawah.

TABEL 4.6. PENGARUH WAKTU PENGADUKAN TERHADAP EFISIENSI REDUKSI Cr

No	Waktu Pengadukan	η reduksi
1	15 menit	66
2	30 menit	40
3	45 menit	32
4	60 menit	44

TABEL 4.7. PENGARUH KECEPATAN PENGADUKAN TERHADAP EFISIENSI REDUKSI Cr

No	Kecepatan Pengadukan	η reduksi
1	60 rpm	15 %
2	120 rpm	10 %
3	160 rpm	5,4 %

TABEL 4.8. PENGARUH KONSENTRASI ZAT PEREDUKSI TERHADAP EFISIENSI REDUKSI Cr

No	Zat Pereduksi (mg/)		η reduksi %	
	NaHSO ₃	FeSO ₄	NaHSO ₃	FeSO ₄
1	250	250	98,14	98,5
2	300		98,26	
3	350	350	97	98,08
4	400	400	98	98,6
5	450	450	98,83	99,5
6	500	500	98,95	99,6
7	650	550	98,6	99,65
8	850		98,7	
9	1000		98,7	

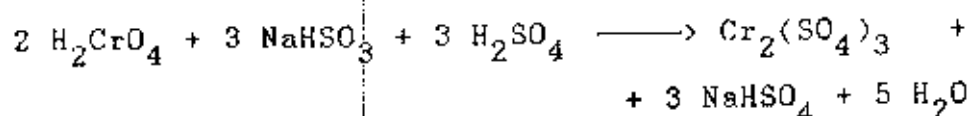
Berdasarkan tabel diatas, dapat diketahui konsentrasi NaHSO₃ optimum untuk mereduksi 50 ppm Cr

adalah 500 ppm. Hal ini berarti bahwa untuk setiap 50 mg/l Cr^{6+} dalam air, membutuhkan 500 mg/l NaHSO_3 . Atau dalam satuan molaritas dapat dituliskan :

$$\frac{0,05 \text{ gram}}{\text{Mr Cr}} = \frac{0,05 \text{ gram}}{51,996} = 0,00096 \text{ mol/l } \text{Cr}^{6+} \text{ membutuhkan}$$

$$\frac{0,05 \text{ gram}}{\text{Mr NaHSO}_3} = \frac{0,05}{104} = 0,0004 \text{ mol/l NaHSO}_3$$

Secara teoritis dapat diketahui kebutuhan NaHSO_3 untuk mereduksi 1 mol Cr^{6+} seperti reaksi berikut :

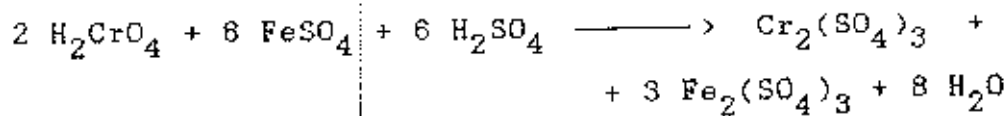


Dari reaksi terlihat bahwa untuk setiap 2 mol/l Cr^{6+} dari $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_4$ membutuhkan 3 mol /l NaHSO_3 .

Apabila dibandingkan antara hasil yang di dapat dalam percobaan dengan teori, dimana pada percobaan perbandingan antara Cr^{6+} dengan NaHSO_3 adalah 1 : 5. Sedangkan dalam teori 1 : 1,5. Perbedaan ini kemungkinan disebabkan karena Cr^{6+} yang sudah tereduksi menjadi Cr^{3+} , akan kembali teroksidasi menjadi Cr^{6+} , sehingga konsentrasi Cr^{6+} yang harus direduksi oleh NaHSO_3 menjadi lebih besar.

Pada tabel 4.8, dapat dilihat bahwa untuk konsentrasi yang sama, zat pereduksi FeSO_4 mereduksi chromium hexavalen lebih besar dibandingkan NaHSO_3 . Konsentrasi optimum FeSO_4 450 ppm. Analog dengan cara kesetaraan satuan pada NaHSO_3 didapat, untuk setiap 0,00096 mol/l Cr^{6+} membutuhkan 0,0029 FeSO_4 . Apabila

dibandingkan dengan teori, berdasarkan reaksi berikut



akan terlihat bahwa untuk setiap 2 mol/l H_2CrO_4 membutuhkan 6 mol/l FeSO_4 . Berarti dalam percobaan perbandingan antara Cr^{6+} dengan FeSO_4 1 : 3, sesuai dengan perbandingan dalam teori.

4.2. Analisa Efektifitas Pengolahan Berdasarkan Beban Volumetrik

Penentuan efisiensi beban Volumetrik dilakukan pada pH, waktu dan kecepatan pengadukan serta konsentrasi zat pereduksi dan pengoksidasi optimum.

Efisiensi Beban Volumetrik optimum dapat tercapai apabila konsentrasi zat pengoksidasi (NaOCl) dan zat pereduksi (NaHSO_3) lebih besar dari konsentrasi optimum untuk limbah buatan. Hal ini disebabkan karena adanya unsur lain dalam air limbah elektroplating yang mengganggu reaksi oksidasi reduksi. Unsur tersebut adalah Nikel (Ni) dan besi (Fe^{2+}). Unsur Fe^{2+} dalam air limbah, dapat teroksidasi menjadi Fe^{3+} . Akibatnya NaOCl yang ditambahkan dalam air limbah tidak hanya digunakan untuk mengoksidasi CN^- tetapi juga untuk mengoksidasi Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} . Unsur Ni^{2+} dapat mempengaruhi solubilitas atau kelarutan Cr^{6+} dalam air. Sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa kelarutan logam chromium minimum pada pH 8 - 10. Tetapi dengan

adanya unsur Ni^{2+} kelarutan chromium minimum pada pH 11. berarti dapat dikatakan bahwa logam nikel dalam air limbah elektroplating menghambat kelarutan Cr^{6+} dalam air, sehingga dibutuhkan zat pereduksi yang lebih banyak.

Pada air limbah elektroplating, hubungan antara efisiensi Beban Volumetrik dengan pengurangan konsentrasi Cr dan CN^- seperti dalam tabel di bawah :

TABEL 4.9. HUBUNGAN ANTARA EFISIENSI BEBAN VOLUMETRIK TERHADAP PENGURANGAN Cr DAN CN^-

No	Pengurangan konsentrasi		η Beban Volumetrik	
	CN^- ppm	Cr^{6+} ppm	% CN^-	% Cr
1	24,25	40,77	97	95,3
2	24,50	42,52	98	98,89
3	24,35	42,70	97,38	99,80
4	24,41	42,70	97,63	99,80
5	24,37	42,10	97,5	98,4

Pada tabel 4.9, terlihat bahwa efisiensi Beban Volumetrik berbanding lurus dengan pengurangan konsentrasi Cr dan CN^- . Pengurangan konsentrasi Cr dan CN^- yang terbesar, menghasilkan efisiensi Beban Volumetrik terbesar. Pada tabel untuk efisiensi Beban Volumetrik optimum 99,8 % untuk reduksi Cr dan 98 % untuk oksidasi CN^- . Tabel 4.9 di atas, dapat menjelaskan hipotesa yang menyatakan bahwa kemungkinan terdapat batas - batas Beban Volumetrik untuk kedua

unsur yang menghasilkan reduksi optimum, dimana untuk Cr^{6+} dengan konsentrasi awal 42,78 mg/l. Beban Volumetrik yang menghasilkan reduksi optimum adalah 99,8 %, sedangkan untuk CN^- dengan konsentrasi awal 25 ppm, menghasilkan oksidasi optimum 98 %.

Dengan diketahui batasan Beban Volumetrik yang menghasilkan pengurangan unsur Cr dan CN^- optimum, maka dapat digunakan untuk pengurangan konsentrasi CN^- dan Cr selain yang digunakan dalam penelitian (selain 25 dan 42,78 ppm), yaitu dengan cara :

$$\text{BV} = \frac{C \times Q}{V}$$

dimana BV = Beban Volumetrik, yang mempunyai nilai yang tetap sesuai dengan batasan optimum

C = Konsentrasi Cr atau CN^- dalam air limbah

Q = Debit air limbah

V = Volume reaktor, nilainya tetap.

Supaya menghasilkan reduksi optimum, maka nilai C dan Q harus di atur sedemikian rupa sehingga nilai BV nya sama

4.3. Hubungan antara pengurangan konsentrasi Cr dan CN^- dengan Detoksifikasi air limbah elektroplating

Dari hasil penentuan nilai LC_{50} (Lethal of Concentration 50 %), dapat diketahui tingkat toksisitas dari air limbah buatan (larutan KCN dan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) serta air limbah elektroplating sebelum dan sesudah pengolahan. Nilai LC_{50} dapat dilihat pada tabel dibawah

TABEL 4. 10. NILAI LC_{50} UNTUK LARUTAN UJI

No	Larutan uji	LC_{50}
1	KCN	10,6 mg/l
2	$K_2Cr_2O_7$	12,7 mg/l
3	Air Limbah sebelum pengolahan	83,014 mg/l
4	Air limbah sesudah pengolahan	80,77 mg/l

Tabel 4.10 menunjukkan bahwa nilai LC_{50} dari KCN lebih kecil dibandingkan nilai LC_{50} dari $K_2Cr_2O_7$. Hal ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi yang lebih kecil, larutan KCN menyebabkan 50 % dari hewan uji mati. Berarti larutan KCN tingkat toksisitasnya lebih besar dibandingkan dengan larutan $K_2Cr_2O_7$. Selain itu pada tabel di atas, tampak bahwa nilai LC_{50} untuk Cr dan CN^- lebih kecil dibandingkan nilai LC_{50} untuk air limbah. Hal ini berarti CN^- dan Cr^{6+} mempengaruhi tingkat toksisitas air limbah. Atau dapat dikatakan toksisitas air limbah sebagian besar disebabkan karena adanya unsur chromium dan cyanida yang terdapat di dalamnya bukan dari unsur lain.

Dari nilai LC_{50} untuk air limbah elektroplating sebelum dan sesudah pengolahan, dapat dilihat bahwa nilai LC_{50} untuk air limbah sebelum pengolahan lebih kecil dibandingkan nilai LC_{50} untuk air limbah sesudah pengolahan. Hal ini menunjukkan setelah pengurangan konsentrasi Cr dan CN^- secara

reduksi dan oksidasi pada kondisi optimum, air limbah elektroplating mengalami detoksifikasi.

4.3. Metode Solidifikasi

Berdasarkan perhitungan analisa ekspose Cr dan CN^- di media lingkungan (lampiran), terlihat bahwa unsur chromium dan cyanida sebagian besar terekspose (terlepas) ke air. Hal ini berarti bahwa sistem pengolahan limbah elektroplating, secara reduksi chromium hexavalen menjadi chromium trivalen, dengan oksidasi cyanida menjadi cyanat dan teroksidasi logi menjadi carbondoksida dan nitrogen, dapat berfungsi sebagai pereduksi toksisitas di air.

Oleh karena kecenderungan terekspose untuk Cr dan CN^- di air, maka alternatif sistem solidifikasi harus diupayakan tidak terjadi resuspensi Cr di air. Oleh karena itu harus diupayakan optimasi bahan pengikat unsur Cr dalam padatan yang meliputi jenis bahan, perbandingan campuran berbagai jenis bahan, serta kemampuan menyerap dan mengikat Cr untuk setiap satuan berat.

Dalam penelitian ini, sistem solidifikasi menitik beratkan pada dua hal, yaitu ; pH pengikatan optimum serta jumlah konsentrasi yang dapat diserap untuk setiap berat campuran kapur dan fly ash (abu terbang).

Data hasil penelitian untuk menentukan pH optimum dapat dilihat di bawah :

TABEL 4. 11. η PENGIKATAN PADA BERAT KAPUR + FLY ASH 5 Gr

No	pH	η pengikatan %
1	2	88
2	4	55,82
3	6	51,6
4	8	89,53
5	10	88,10

TABEL 4. 11. PENGARUH BERAT ABU TERBANG DAN KAPUR TERHADAP EFISIENSI PENYERAPAN Cr^{3+}

No	Berat kapur + fly ash (abu terbang)	η penyerapan %
1	0,08 Gram	59,84
2	0,1 Gram	88,53
3	0,12 Gram	71,53
4	0,14 Gram	87,55

Berdasarkan tabel di atas, tampak bahwa pH optimum untuk solidifikasi adalah 8. Sedangkan berat fly ash (abu terbang) dan kapur yang optimum dapat menyerap 1 ml air limbah yang mengandung unsur Cr adalah 0,1 gram. Penyerapan dan pengikatan ion Cr^{3+} oleh fly ash (abu terbang) dan kapur pada pH 8, disebabkan karena pada pH 8, semakin banyak ion OH^- dalam larutan, yang akan menarik muatan negatif.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa

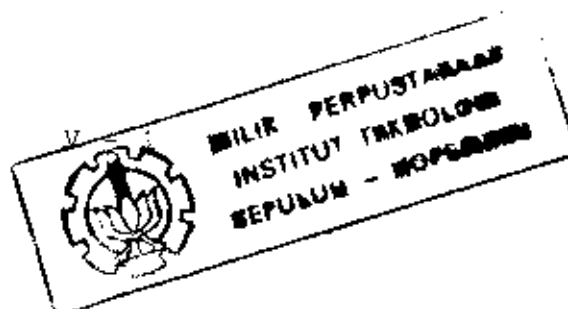
1. Pada oksidasi CN^- dengan konsentrasi 25 ppm :

- pH optimum 10
- Waktu pengadukan optimum 15 menit
- Kecepatan pengadukan optimum 120 rpm
- Konsentrasi zat pengoksidasi (NaOCl) optimum 200 ppm

2. Pada reduksi Cr^{6+} dengan konsentrasi awal 50 ppm :

- pH optimum 2,4
- Waktu pengadukan 15 menit
- Kecepatan pengadukan 80 rpm
- Waktu pengadukan dan kecepatan pengadukan hanya memberikan pengaruh yang sedikit terhadap reduksi chromium hexavalen.
- Konsentrasi zat pereduksi yang optimum :
Untuk NaHSO_3 = 500 ppm
Untuk FeSO_4 = 450 ppm

3. Pada pengolahan air limbah elektroplating dengan menggunakan pH, waktu dan kecepatan pengadukan serta konsentrasi optimum, nilai efisiensi beban Volumetrik untuk oksidasi CN^- maupun reduksi Cr^{6+} belum mencapai 99 %. Setelah konsentrasi NaOCl dan NaHSO_3 ditambah,



pada $\text{NaOCl} = 1000 \text{ ppm}$, dan $\text{NaHSO}_3 = 1500 \text{ ppm}$, efisiensi Beban Volumetrik mencapai 99 % .

Batas Beban Volumetrik untuk oksidasi CN^- 98 %, dan untuk reduksi Cr^{6+} 99,8 % , supaya tercapai penurunan konsentrasi Cr dan CN^- optimum.

4. Dari hasil uji toksisitas, didapat :

- Tingkat toksisitas CN^- lebih besar dibandingkan Cr^{6+}
- Cr dan CN^- yang terdapat dalam air limbah elektroplating mempengaruhi tingkat toksisitas air limbah elektroplating di LIPI Bandung .
- Setelah pengolahan dengan oksidasi cyanida dan reduksi chromium pada kondisi optimum, air limbah elektroplating mengalami detoksifikasi..

5. Berdasarkan perhitungan analisa ekspose limbah B_3 , unsur Cr dan CN^- mempunyai kecenderungan terekspose atau terlepas ke air. Berarti pengolahan reduksi chromium dan oksidasi cyanida seperti yang dilakukan oleh LIPI dapat dikatakan berperan sebagai detoksifikasi Cr dan CN^- .

6. Pada studi pendahuluan solidifikasi didapat :

- pH optimum 8
- fly ash (abu terbang) dan kapur mampu menyerap dan mengikat Cr sebesar 5 gram/50 ml atau 0,1 gram/ml.
- Sistem solidifikasi harus menjamin terresuspensinya Cr di perairan.

5.2. Saran

Untuk menunjang data hasil penelitian sebaiknya dilakukan :

- Pada setiap pengolahan limbah, efluen harus diuji secara kuantitatif maupun kualitatif (dengan pengujian toksisitas efluen hasil pengolahan)
- Pada setiap pengolahan yang melibatkan limbah beracun dan berbahaya, sistem pengolahannya harus dapat dipertanggungjawabkan dalam kemampuan detoksifikasi disamping konsentrasinya.
- Pada studi pendahuluan sistem solidifikasi, perlu diuji toksisitas pada efluen, selain itu perlu dilakukan campuran bahan selain kapur dan fly ash (abu terbang) sebagai pembanding.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bailor, J.C., Emelius H. J. Nyholm Sir Ronald , (1971) " Comprehensive In Organik Chemistry " . Pergamon Press, Oxford.
2. Beall, John F., Gathen, Rod Mc,(1978) " Waste Water Treatment", Metal Finishing Guide Book and Directory, vol 46th , page 765 - 785.
3. Burns Eugene A ; Swanson Gregory K (1971) " Alternative Approaches for Hazardous In Organic Waste Minimization " Environmental Technology Group, San Diego California, USA.
4. Cherry, Kenneth F.,(1982) "Plating Waste Treatmen", Ann Arbor Science Publishers, Inc. Michigan.
5. Chiu, Mr H SS; Thang Mr K L ; Lee Mr R M L (1961) " Overall View of Treatment of Elektroplating Waste and the Situation in Hongkong " , Hongkong Productivity Council.
6. Drucker H. Garland T.R ; Wildung R E (1974) , " Metabolic Response of Microbiota to Chromium and other Metals " Biology Departement and Ecosystems Departement, Batelle Pacific North West, Laboratories, Richland, Washington.
7. Eckenfelder, W. Wesley, (1968) "Industrial Water Pollution Control", Mc Graw - Hill Book Company, New York.

8. Falthir, (1978) "Methode for Meaning the Acute Toxicity of Effluent to Aquatic Organism ", US EPA Washington DC.
9. "Farmakope Indonesia" (1978) edisi ketiga , Departemen Kesehatan Republik Indonesia .
10. Sarwoko, M, (1992) , " Pembuangan Limbah Bahan Beracun dan Berbahaya " Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
11. Patterson, James W., (1975) "Waste Water Treatment Technology" Ann Arbor Science Publishers, Inc., Michigan.
12. Perry Robert H, (1969) "Perry's Chemical Engineers", Handbook sixth edition, University of Kansas.
13. Porteus Andrew, , (1985) " Hazardous Waste Management Handbook " Reader in Engineering Mechanics, The open university, Walton Hall, Milton Keyne.
14. Sudarnadji, (1993) , " Pengembangan Laboratorium Uji Hayati Dan Penetapan Uji Ikan, Daphnia dan Bakteri untuk Analisis Toksisitas Dari Air Limbah Yang Mengandung Bahan Kimia Beracun, Air Limbah dan Saluran Sungai Pada DPS Citarum " Final Project Seminar Conference and Workshop on Water Quality Management, August 9th - 14th.

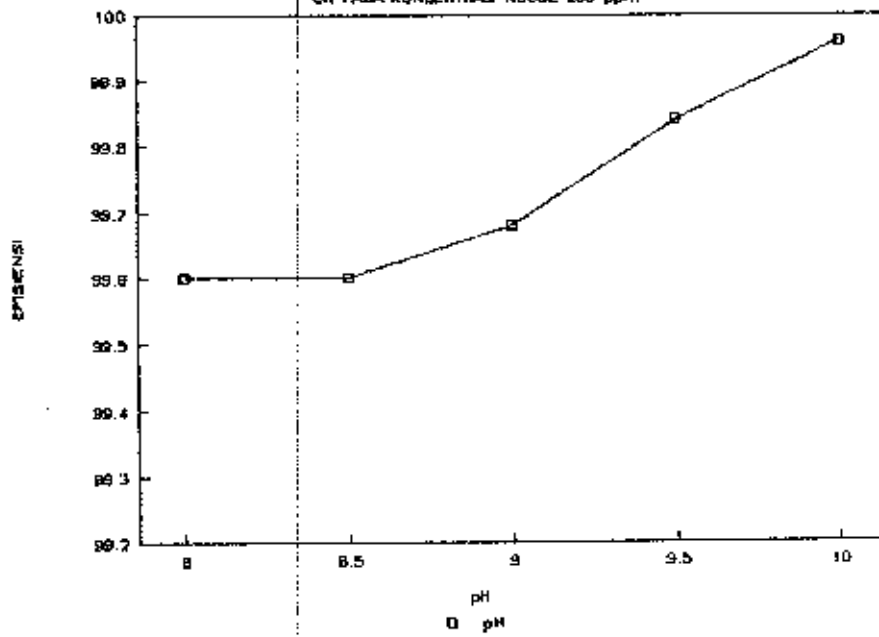
Tabel 4.1 Pengaruh pH terhadap oksidasi CN^- pada konsentrasi Na OCl 200 ppm.

No.	PH	CN^- Awal(ppm)	CN^- Akhir(ppm)
1	8	25	0,1
2	8,5	25	0,1
3	9	25	0,08
4	8,5	25	0,04
5	10	25	0,01

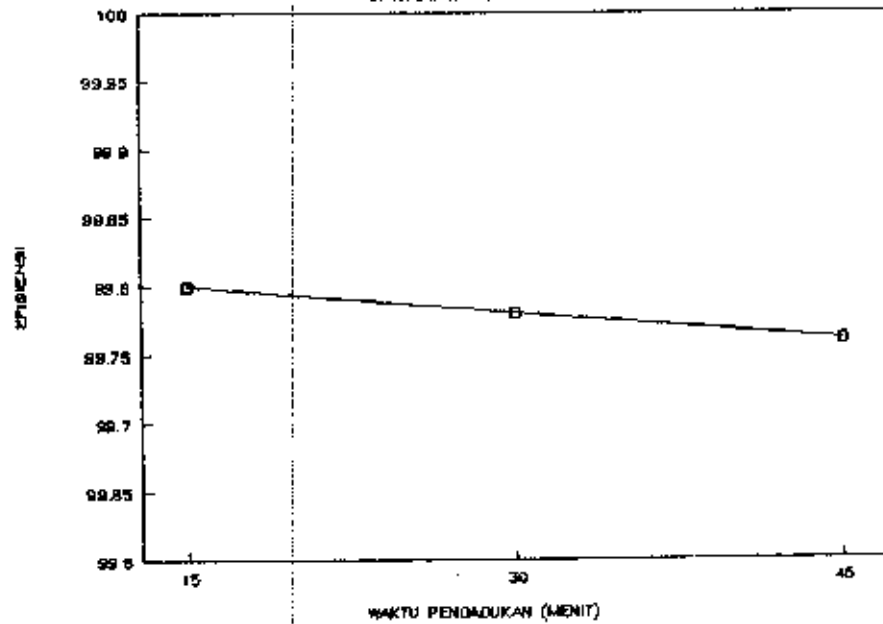
Tabel 4.2 Pengaruh waktu pengadukan pada pH optimum, terhadap oksidasi CN^- dengan Na OCl 200 ppm

No	Waktu pengadukan (menit)	CN^- awal mg/l	CN^- akhir mg/l
1	15	25	0,05
2	30	25	0,055
3	45	25	0,061

PENGARUH pH TERHADAP EFISIENSI OKSIDASI ON PADA KONSENTRASI NaOCL 200 ppm



PENGARUH WAKTU PENGADUKAN PADA pH OPTIMUM THE EFISIENSI ON



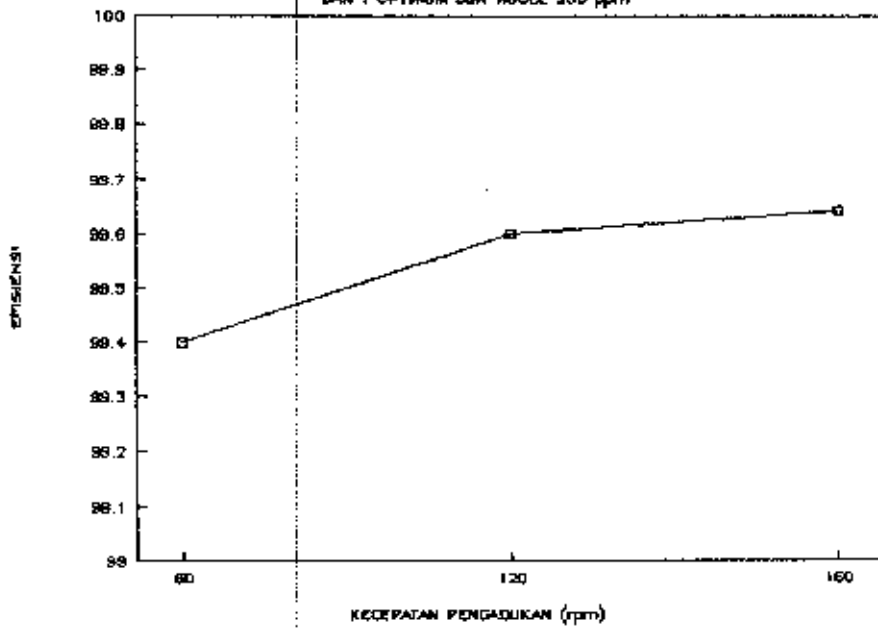
Tabel 4.3 Pengaruh kecepatan pengadukan pada pH dan t optimum dengan Na OCl 200 ppm terhadap oksidasi CN^-

No	Kecepatan pengadukan (rpm)	CN^- awal mg/l	CN^- akhir mg/l
1	60	25	0,15
2	120	25	0,1
3	160	25	0,09

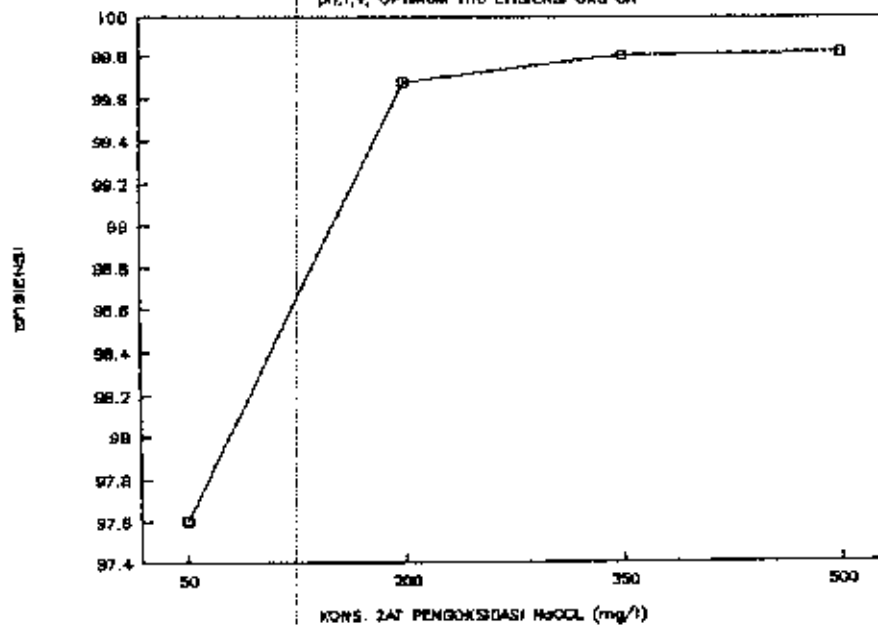
Tabel 4.4 Pengaruh konsentrasi zat pengoksidasi PH, t, V, optimum terhadap oksidasi CN^-

No	konsentrasi Zat pengoksidasi NaOCl (mg/l)	CN^- awal mg/l	CN^- akhir mg/l
1	50	25	0,6
2	200	25	0,08
3	350	25	0,04
4	500	25	0,045

PENGARUH KECEPATAN PENGADUKAN PADA pH
DAN T OPTIMUM DGN NaOCl 200 ppm



PENGARUH KONSENTRASI ZAT PENGOKSIDASI
pH 7,5, OPTIMUM THD ERSENIS OKS GN



Tabel 4.5 Pengaruh pH terhadap reduksi Chromium hexavalen menjadi chromium trivalen

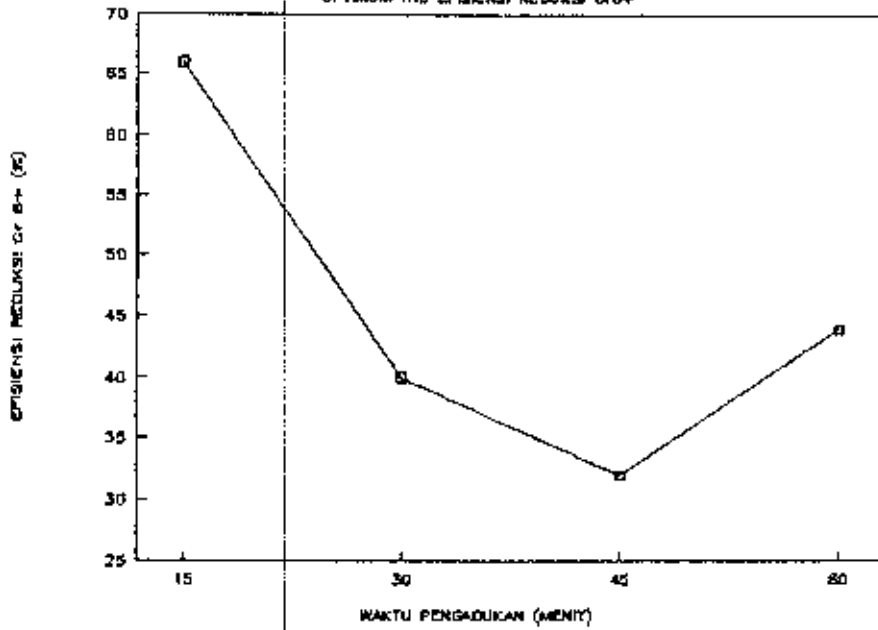
No	pH	Cr awal		Cr akhir	
		Cr total mg/l	Cr mg/l	Cr total mg/l	Cr mg/l
1	1,8	50	42,78	12,4	5,13
2	2	50	42,78	8,2	1,71
3	2,2	50	42,78	8,46	0,86
4	2,4	50	42,78	7,43	0,21
5	2,6	50	42,78	7,96	0,51
6	2,8	50	42,78	8,3	1,07
7	3,2	50	42,78	8,3	1,07
8	3,2	50	42,78	8,2	0,94

Tabel 4.6. Pengaruh waktu pengadukan terhadap reduksi chromium hexavalen.

No	waktu Pengadukan (menit)	Cr Awal		Cr akhir	
		Cr total	Cr ⁶⁺	Cr total	Cr ⁶⁺
1	15	50	42,78	40,06	14,5
2	30	50	42,78	41,42	25,67
3	45	50	42,78	42,46	28,77
4	60	50	42,78	42,59	23,96

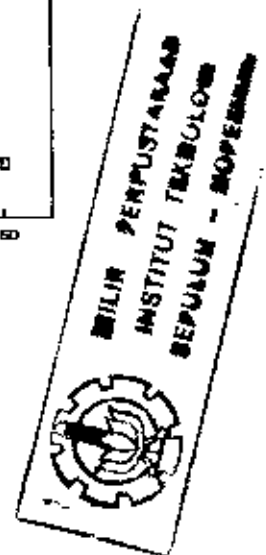
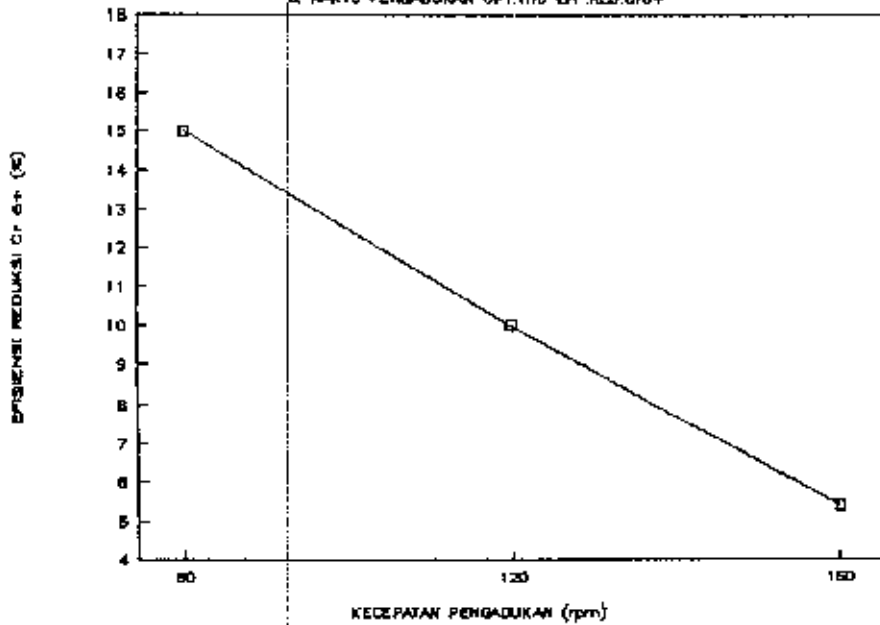
PENGARUH WAKTU PENGADUKAN PADA pH

OPTIMUM THD EFF. RED. Cr6+



PENGARUH KECEPATAN PENGADUKAN PADA pH

WAKTU PENGADUKAN OPT. THD EFF. RED. Cr6+



Tabel 4.7 Pengaruh kecepatan pengadukan, pada pH dan waktu pengadukan optimum terhadap reduksi Cr^{6+} .

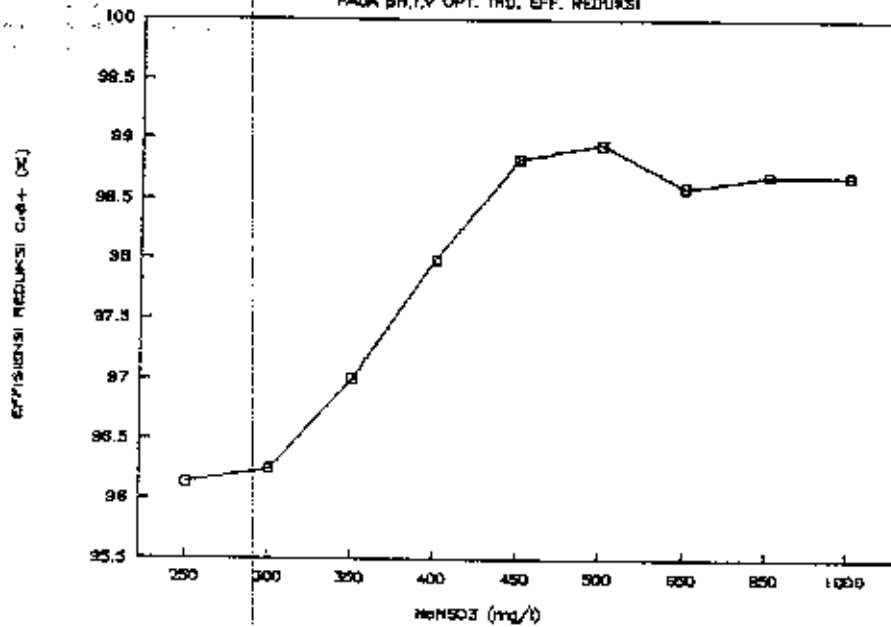
No	kecepatan Pengadukan (rpm)	Cr Awal		Cr akhir	
		Cr total mg/l	Cr^{6+} mg/l	Cr total mg/l	Cr^{6+} mg/l
1	60	50	42,78	37,08	31,52
2	120	50	42,78	42,37	38,13
3	160	50	42,78	40,48	38,229

Tabel 4.8. Pengaruh konsentrasi zat pereduksi NaHSO_3 pada pH, t,v, optimum terhadap reduksi Cr

No	NaHSO_3 mg/l	Cr Awal		Cr akhir	
		Cr total mg/l	Cr^{6+} mg/l	Cr total mg/l	Cr^{6+} mg/l
1	250	50	42,78	38,32	1,65
2	300	50	42,78	38,32	1,6
3	350	50	42,78	42,26	1,25
4	400	50	42,78	42,03	0,8
5	450	50	42,78	42,37	0,5
6	500	50	42,78	40,17	0,45
7	650	50	42,78	43,35	0,6
8	850	50	42,78	37,70	0,5
9	1000	50	42,78	38,95	0,55

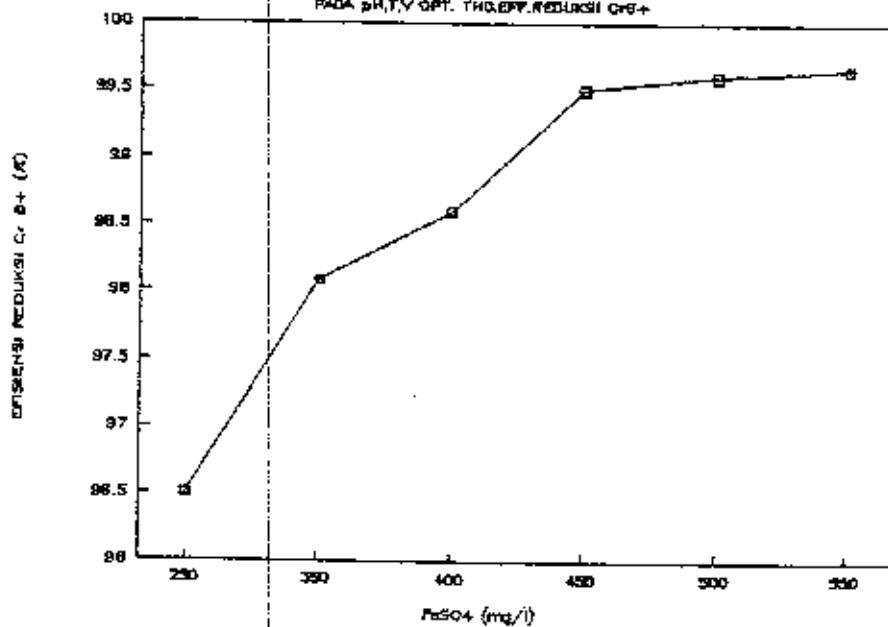
PENGARUH KONS. ZAT PEREDUKSI NaHSO_3

PADA pH, TV OPT. THD. EFF. REDUKSI



PENGARUH KONSENTRASI ZAT PEREDUKSI FeSO

PADA pH, TV OPT. THD. EFF. REDUKSI Cr_6^+



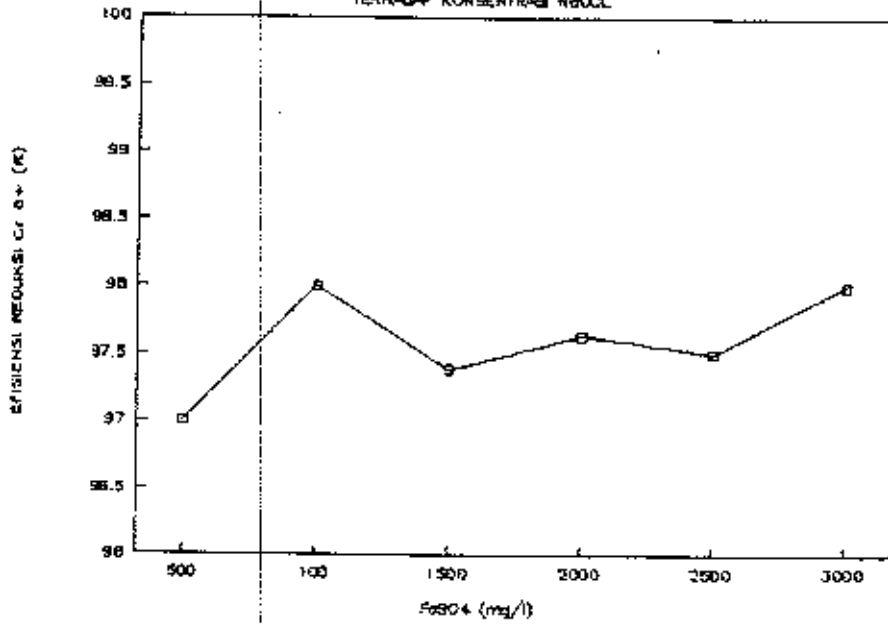
Tabel 4.9. Pengaruh konsentrasi zat pereduksi FeSO_4 pada pH, t, v, optimum terhadap reduksi Cr

No	FeSO_4 mg/l ⁴	Cr awal		Cr akhir	
		Cr total mg/l	Cr^{6+} mg/l	Cr total mg/l	Cr^{6+} mg/l
1	250	50	42,78	34,6	1,5
2	350	50	42,78	23,06	0,82
3	400	50	42,78	18,45	0,6
4	450	50	42,78	15,92	0,2
5	500	50	42,78	15,92	0,18
6	550	50	42,78	21,54	0,15

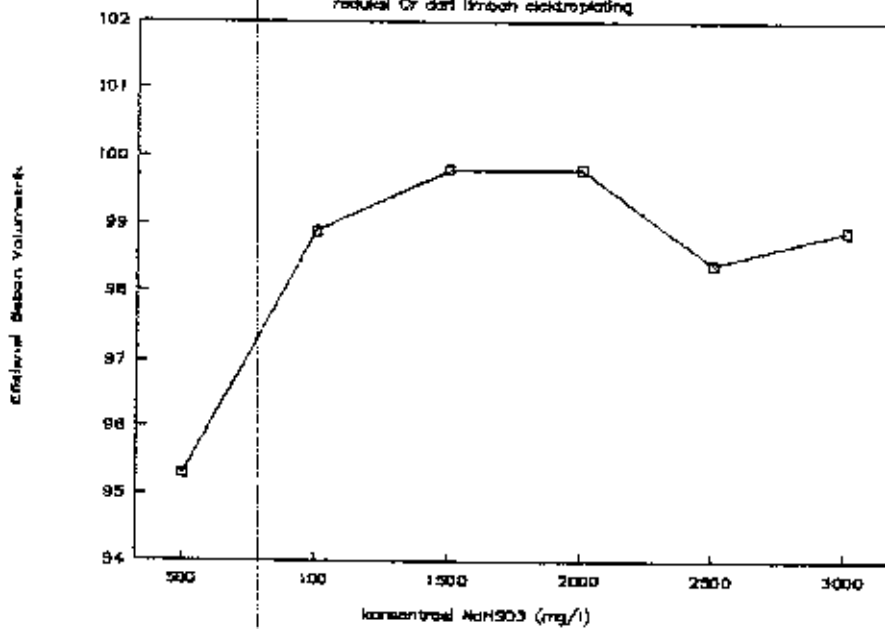
Tabel 4.10 Perhitungan η beban volumetrik (BV) pada oksidasi CN^- dari air limbah elektroplating, pada pH 10. Waktu pengadukan 15' kecepatan pengadukan 120 rpm

No	ϕ l/menit	V (l)	NaCl	CN^- Awal	CN^- Akhir	BV Awal	BV Akhir
1	0,016	0,5	500	25	0,75	0,8	0,024
2	0,016	0,5	1000	25	0,5	0,8	0,016
3	0,016	0,5	1500	25	0,65	0,8	0,021
4	0,016	0,5	2000	25	0,59	0,8	0,019
5	0,016	0,5	2500	25	0,63	0,8	0,02
6	0,016	0,5	3000	25	0,5	0,8	0,016

EFF.BEBAN VOLUMETRIK PADA OKSIDASI CN TERHADAP KONSENTRASI NaOCl



Perhitungan Beban Volumetrik pada residual Cr dari limbah electroplating



Tabel 4.11. Perhitungan η Beban Volumetrik (BV) pada oksidasi CN^- dari air limbah elektroplating pada pH 2,4, waktu pengadukan 15 menit
Kecepatan pengadukan 120 rpm.

No	Q l/menit	V (l)	Na HSO_3	Cr ⁶⁺ Awal	Cr ⁶⁺ Akhir	BV Awal	BV Akhir
1	0,016	0,5	500	42,78	2,01	1,7	0,08
2	0,016	0,5	1000	42,78	0,26	1,7	0,01
3	0,016	0,5	1500	42,78	0,085	1,7	0,0034
4	0,016	0,5	2000	42,78	0,085	1,7	0,0034
5	0,016	0,5	2500	42,78	0,68	1,7	0,0272
6	0,016	0,5	3000	42,78	0,47	1,7	0,019

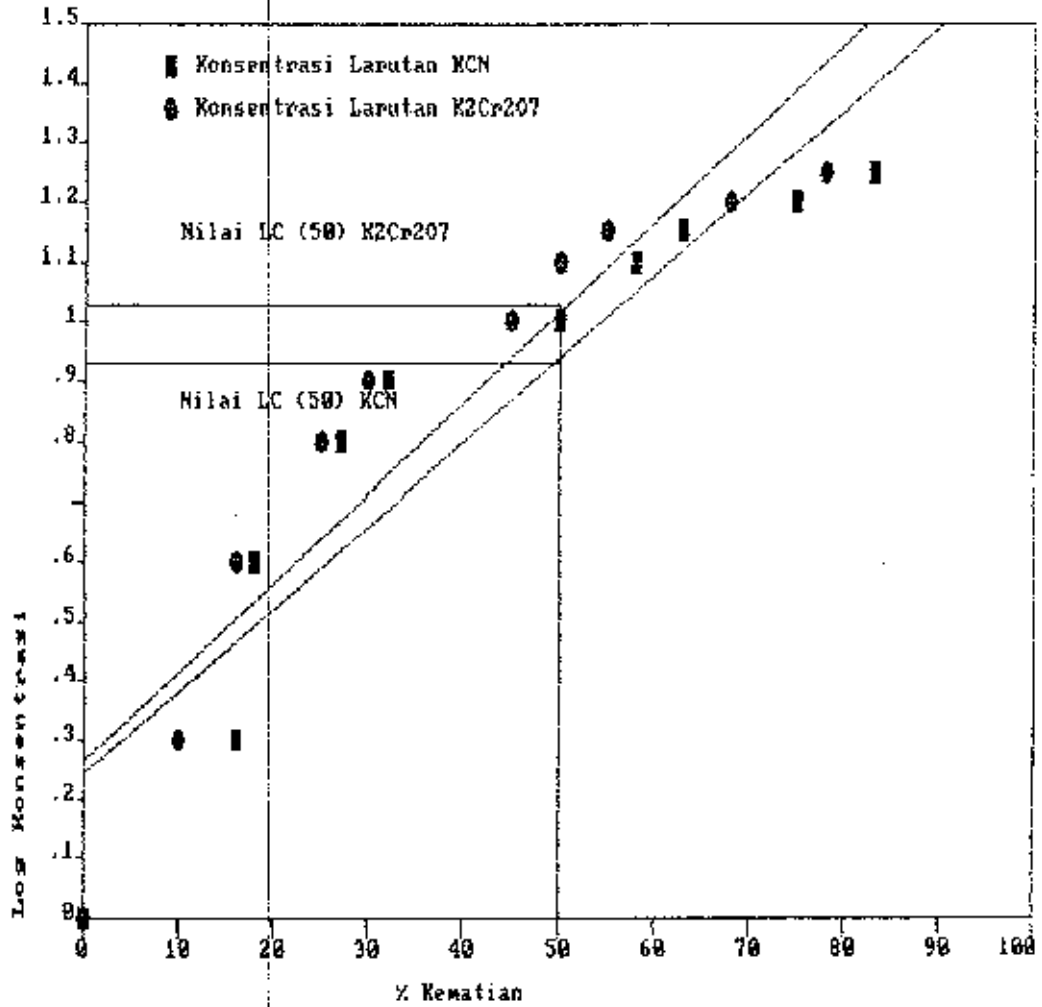
Tabel 4.12. Hasil uji toksisitas metode cawan
dan daerah hambatan untuk KCM

No	Konsentrasi	% kematian	% hambatan
1	0	0 %	2
2	2	16 %	2
3	4	18	6
4	6	27	10
5	8	32	10
6	10	50	10
7	12	58	10
8	14	63	15
9	16	75	15
10	18	83	15
11	20	96	15

Tabel 4.13. Hasil uji toksisitas metode cawan
dan daerah hambatan untuk $K_2Cr_2O_7$

No	Konsentrasi	% kematian	% hambatan
1	0	0	2
2	2	10	2
3	4	16	6
4	6	25	10
5	8	30	10
6	10	45	10
7	12	50	10
8	14	55	15
9	16	68	15
10	18	73	15
11	20	89	15

Penentuan LC (50)

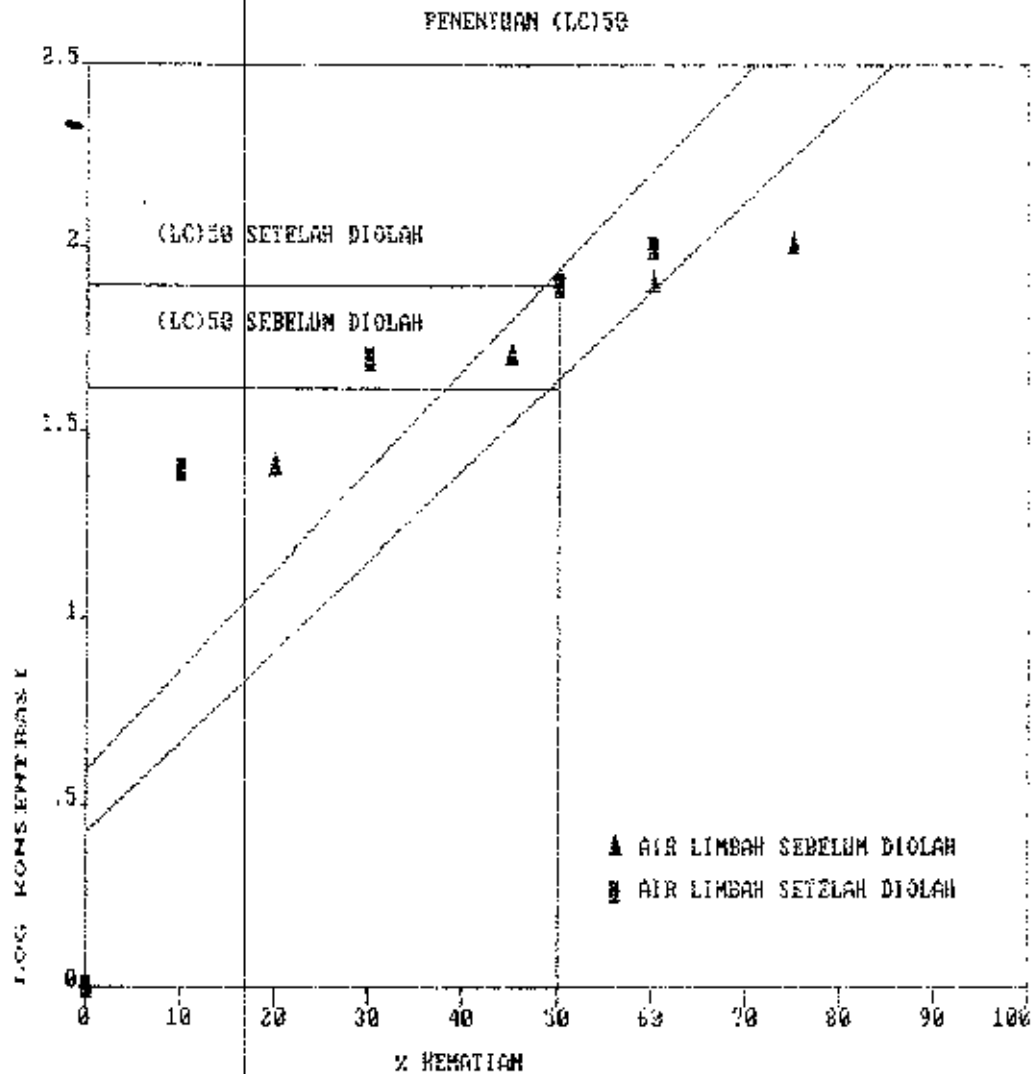


Tabel 4.14. Hasil Uji toksisitas metode cawan daerah hambatan untuk air limbah elektroplating sebelum pengolahan

No	Konsentrasi	% kematian	% hambatan
1	0	0	2
2	25	20	10
3	50	45	30
4	75	60	50
5	100	75	50

Tabel 4.15. Hasil Uji toksisitas metoda cawan dan daerah hambatan untuk air limbah elektroplating sesudah pengolahan

No	Konsentrasi	% kematian	% hambatan
1	0	0	2
2	25	10	5
3	50	30	25
4	75	50	25
5	100	60	40



THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 1 -

$$(4.301E-01) + (2.425E-02)*X$$

THE VARIANCE - 1.028E-01

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 2 -

$$(5.923E-01) + (2.692E-02)*X$$

THE VARIANCE - 1.561E-01

Perhitungan Analisa Ekspose Cr dan CN^- di media lingkungan.

1. Diketahui data - data sebagai berikut :

Tekanan uap Cr pada suhu $965^{\circ}\text{C} = 2,4 \times 10^{-6} \text{ mmHg} \dots 1)$

Tekanan uap CN^- pada suhu $-95,8^{\circ}\text{C} = 1 \text{ mmHg} \dots 12)$

Kelarutan Cr dalam air = 404000 mg/l..... 12)

Kelarutan CN^- dalam air = 500000 mg/l..... 12)

Dari percobaan di laboratorium diperoleh :

Suhu = 30°C

Nilai POW = $\frac{\text{Cr di octanol}}{\text{Cr di air}} = 1500$

Nilai POW = $\frac{\text{CN}^- \text{ di octanol}}{\text{CN}^- \text{ di air}} = 1000$

2. Berdasarkan gambar model ekosistem menurut McCall et al, di dapat :

% Sedimen = 0,000150103 (sedimen + suspensi)

% Air = 0,029990798

% Ikan = 0,000000052

% Udara = 99,96946017 (atmosfir + udara tanah)

% Air tanah = 0,000132959

% Tanah = 0,000265918

3. Berdasarkan formula koefisien partisi, didapat nilai sebagai berikut :

$K_{ap1} \approx 80 \quad \% \text{C}_{sed} / \% \text{C}_a$

$K_{ab} \approx 576746 \quad \% \text{C}_i / \% \text{C}_a$

$K_{ua1} \approx 3333 \quad \% \text{C}_a / \% \text{C}_u$

$K_{ua2} \approx 751882 \quad \% \text{C}_{at} / \% \text{C}_u$

$$Kap2 \approx 0,2 \% Ct / \% Cat$$

A. Dari data analisis, maka untuk Cr

$$\begin{aligned} Kua1 &= [2,4 \times 10^{-8} / (0,08205 \times (30+273) \times 404000)] \\ &= 2,4 \times 10^{-13} \end{aligned}$$

Nilai ini menunjukkan rasio Cr di udara dengan Cr di air. Jadi :

$$Kua1 = \frac{1}{Kua} = \frac{1}{2,4 \times 10^{-13}} = 3333 \% Ca / \% Cu$$

$$\% Ca / \% Cu = 1,3 \times 10^9$$

$$\% Cu = 7,7 \times 10^{10} \% Ca$$

$$Kua2 = Kua1 = 751882 \% Cat / \% Cu$$

$$\% Cat / \% Cu = 5,8 \times 10^6$$

$$\% Cat = 4,3 \times 10^{-3} \% Ca$$

$$Koc = 0,411 \times POW$$

$$= 0,411 \times 1500 = 616,5$$

$$Kap1 = Koc \times 8 \% = 80 \% Csed / \% Ca$$

$$= 616,5 \times 8 \% = 80 \% Csed / \% Ca$$

$$\% Csed / \% Ca = 0,82 \text{ atau } \% Csed = 0,82 \% Ca$$

$$Kap2 = Koc \times 2 \% = 0,2 \% Ct / \% Cat$$

$$= 616,5 \times 2 \% = 0,2 \% Ct / \% Cat$$

$$\% Ct / \% Cat = 61,65$$

$$\% Ct = 61,65 \% Cat = 0,265 \% Ca$$

$$Log Kab = 0,79 POW - 0,4$$

$$= (0,79 \times 1500) - 0,4$$

$$Kab \approx 2,1$$

Nilai ini menunjukkan rasio Cr di ikan dengan Cr di

air = 578746 % Ci / % Ca, Maka :

$$\% \text{ Ci} / \% \text{ Ca} = 3,6 \times 10^{-6} \text{ atau } \% \text{ Ci} = 3,6 \times 10^{-6} \% \text{ Ca}$$

Nilai-nilai tersebut di atas, dimasukkan dalam formula kesetimbangan konsentrasi, yaitu :

$$\% \text{ Udara} + \% \text{ Air} + \% \text{ Sedimen} + \% \text{ Tanah} + \% \text{ Air tanah} + \% \text{ ikan} = 100 \%$$

$$7,7 \times 10^{-10} \% \text{ Ca} + \% \text{ Ca} + 0,6165 \% \text{ Ca} + 0,265 \% \text{ Ca} + 4,3 \times 10^{-3} \% \text{ Ca} + 3,6 \times 10^{-6} \% \text{ Ca} = 1,88 \% \text{ Ca} = 100\%$$

maka $\% \text{ Ca} = 53 \quad \text{Ca} = 53 \%$

selanjutnya dapat dihitung nilai-nilai :

$$\% \text{ Csed} = 0,62 \% \text{ Ca} = 0,62 \times 53 = 32,86$$

$$\% \text{ Ci} = 3,6 \times 10^{-6} \% \text{ Ca} = 3,6 \times 10^{-6} \times 53 = 9,3 \times 10^{-5}$$

$$\% \text{ Cat} = 4,3 \times 10^{-3} \% \text{ Ca} = 4,3 \times 10^{-3} \times 53 = 0,23$$

$$\% \text{ Ct} = 0,265 \% \text{ Ca} = 0,265 \times 53 = 14$$

$$\% \text{ Cu} = 7,7 \times 10^{-10} \% \text{ Ca} = 7,7 \times 10^{-10} \times 53 = 2 \times 10^{-4}$$

Jadi nilai yang terbesar adalah $\text{Ca} = 53 \%$

Hal ini menunjukkan bahwa ekspose Cr sebagian besar di air.

B. Analog dengan Cr, untuk CN^- perhitungan analisa ekspose sebagai berikut :

$$\text{Kua 1} = [1 / (0,08205 \times (30+273) \times 500000)] = 8 \times 10^{-8}$$

Nilai ini menunjukkan rasio CN^- di udara dengan CN^- di air. Jadi :

$$Kap2 \approx 0,2 \% Ct / \% Cat$$

A. Dari data analisis, maka untuk Cr

$$\begin{aligned} Kua1 &= [2,4 \times 10^{-6} / (0,08205 \times (30+273) \times 404000)] \\ &= 2,4 \times 10^{-13} \end{aligned}$$

Nilai ini menunjukkan rasio Cr di udara dengan Cr di air. Jadi :

$$Kua1 = \frac{1}{Kua} = \frac{1}{2,4 \times 10^{-13}} = 3333 \% Ca / \% Cu$$

$$\% Ca / \% Cu = 1,3 \times 10^9$$

$$\% Cu = 7,7 \times 10^{10} \% Ca$$

$$Kua2 = Kua1 = 751882 \% Cat / \% Cu$$

$$\% Cat / \% Cu = 5,6 \times 10^6$$

$$\% Cat = 4,3 \times 10^{-3} \% Ca$$

$$Koc = 0,411 \times POW$$

$$= 0,411 \times 1500 = 616,5$$

$$Kap1 = Koc \times 8 \% = 80 \% Csed / \% Ca$$

$$= 616,5 \times 8 \% = 80 \% Csed / \% Ca$$

$$\% Csed / \% Ca = 0,62 \text{ atau } \% Csed = 0,62 \% Ca$$

$$Kap2 = Koc \times 2 \% = 0,2 \% Ct / \% Cat$$

$$= 616,5 \times 2 \% = 0,2 \% Ct / \% Cat$$

$$\% Ct / \% Cat = 61,65$$

$$\% Ct = 61,65 \% Cat = 0,265 \% Ca$$

$$Log Kab = 0,79 PCW - 0,4$$

$$= (0,79 \times 1500) - 0,4$$

$$Kab \approx 2,1$$

Nilai ini menunjukkan rasio Cr di ikan dengan Cr di

$$\begin{aligned}
 &2,7 \times 10^{-4} \% \text{ Ca} + \% \text{ Ca} + 0,4 \% \text{ Ca} + 0,18 \% \text{ Ca} + \\
 &4,43 \times 10^{-3} \% \text{ Ca} + 3 \times 10^{-6} \% \text{ Ca} = 1,585 \% \text{ Ca} = 100\% \\
 &\text{maka } \% \text{ Ca} = 63,1 \quad \text{Ca} = 63,1 \%
 \end{aligned}$$

selanjutnya dapat dihitung nilai - nilai :

$$\% \text{ Csed} = 0,4 \% \text{ Ca} = 0,4 \times 63,1 = 25,24$$

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Ci} &= 3 \times 10^{-6} \% \text{ Ca} = 3 \times 10^{-6} \times 63,1 \\
 &= 1,9 \times 10^{-4}
 \end{aligned}$$

$$\% \text{ Cat} = 4,43 \times 10^{-3} \% \text{ Ca} = 4,43 \times 10^{-3} \times 63,1 = 0,28$$

$$\% \text{ Ct} = 0,18 \% \text{ Ca} = 0,18 \times 63,1 = 11,36$$

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Cu} &= 2,7 \times 10^{-4} \% \text{ Ca} = 2,7 \times 10^{-4} \times 63,1 \\
 &= 0,02
 \end{aligned}$$

Jadi nilai yang terbesar adalah Ca = 53 %

Hal ini menunjukkan bahwa ekspose CN^- sebagian besar di air



Foto 1. INSTALASI PENGOLAHAN LIMBAH LIPI BANDUNG
TAMPAK SAMPING

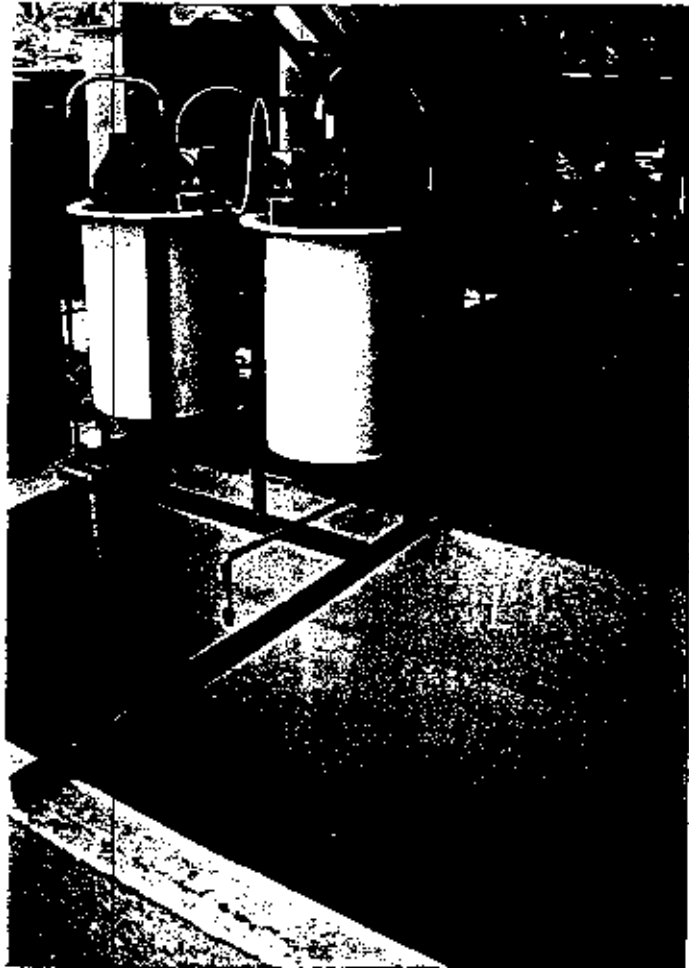


Foto 2. BAK PENAMPUNG AIR LIMBAH ELEKTROPLATING

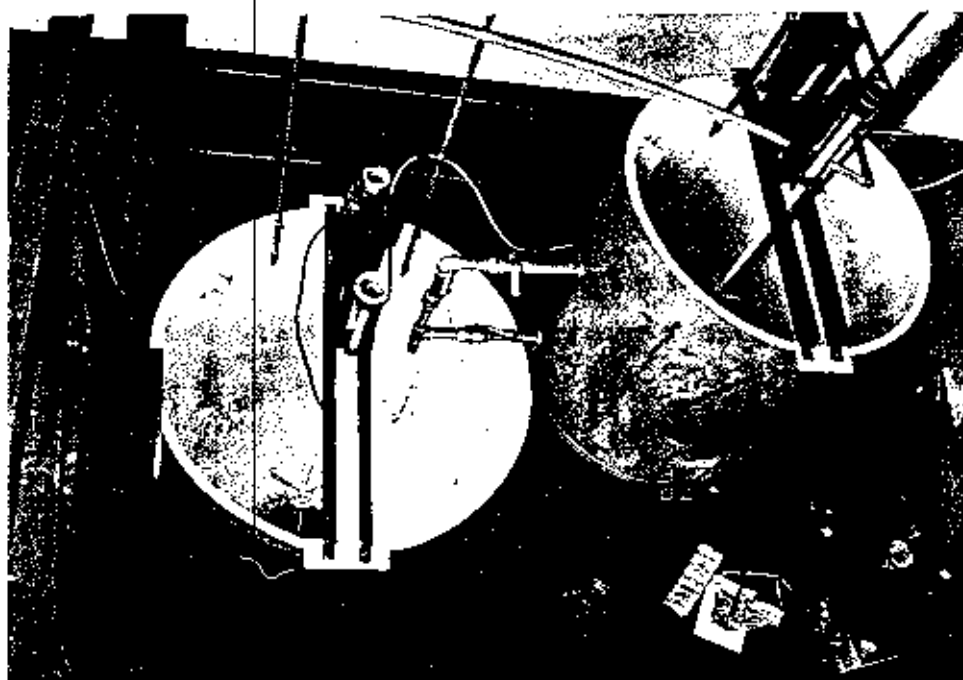


Foto 3. TANGKI OKSIDASI CN^- DAN REDUKSI CR
tampak atas

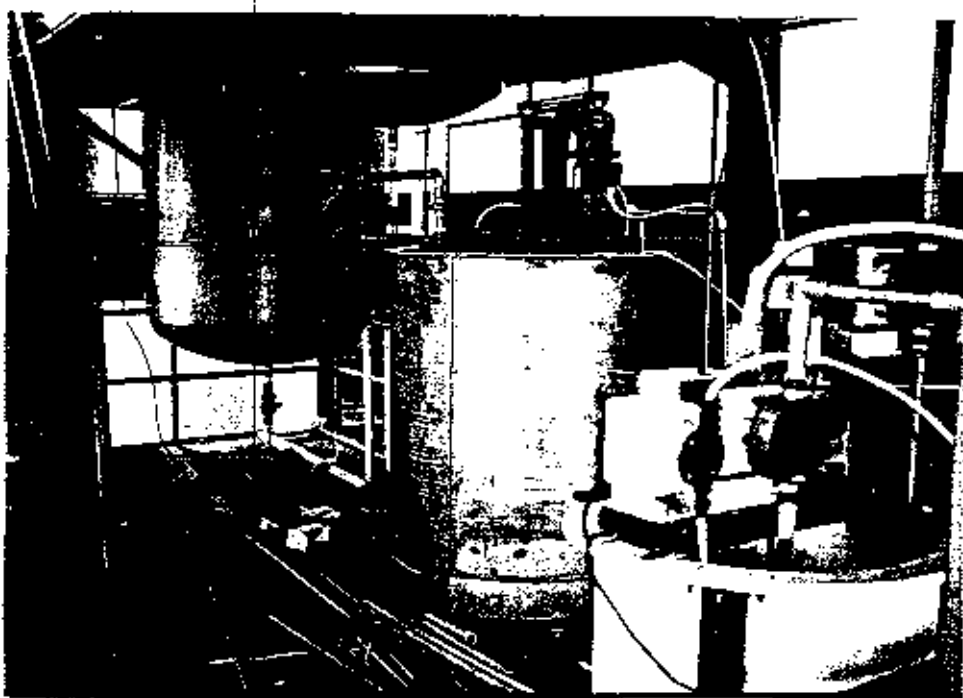


Foto 4. TANGKI OKSIDASI CN^- DAN REDUKSI CR
tampak samping

Lampiran 3. ANALISA QUALITY CONTROL (AQC)

Pada dasarnya analisa AQC dilakukan untuk akurasi dan pengujian kebenaran analisa. Sebelum memulai suatu analisa alangkah baiknya jika sebelumnya dilakukan AQC. Ketelitian analisa sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain :

1. Ketelitian dan ketelatenan seseorang.
2. Fasilitas fisik dan peralatan yang baik.
3. Kemurnian reagent dan standard.
4. Frekuensi analisa dan kalibrasi alat.
5. Pengetahuan dan pengertian yang dimiliki.

Data minimum yang digunakan adalah sebanyak 20 data. Dari data tersebut kemudian dicari standard deviasinya. Penyimpangan yang diijinkan adalah $\bar{x} \pm 2$ SD. Pada penelitian ini AQC dilakukan terhadap parameter Ammonia, nitrit, sianida, cadmium, timbal, dan seng. Dimana AQC meliputi :

- Presisi $= \bar{x} - 2SD < \bar{x} < \bar{x} + 2SD$
- Akurasi $= \bar{x} - x < SD$

Tabel 4.16. Hasil Studi Pendahuluan Sistem

Solidifikasi dengan bahan kapur dan fly ash (abu terbang)

NO	pH	Berat (gram) Kapur	Fly ash	Cr awal mg/l	Cr yang diserap	% Penye- rapan
1	2	4	4	42,78	23,88	55,8
2	2	5	5	42,78	25,69	60
3	2	6	6	42,78	20,26	47,35
4	2	7	7	42,78	22,67	53
5	4	4	4	42,78	30,38	71
6	4	5	5	42,78	23,88	55,8
7	4	6	6	42,78	26,90	62,8
8	4	7	7	42,78	22,07	51,6
9	6	4	4	42,78	34,15	79,82
10	6	5	5	42,78	22,07	51,6
11	6	6	6	42,78	20,86	48,8
12	6	7	7	42,78	18,45	43
13	8	4	4	42,78	35,60	83
14	8	5	5	42,78	38,37	89,7
15	8	6	6	42,78	30,60	71,50
16	8	7	7	42,78	28,90	67,6
17	10	4	4	42,78	22,43	52
18	10	5	5	42,78	29,60	69
19	10	6	6	42,78	28,60	66,9
20	10	7	7	42,78	28,50	66,6